COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PLASTICO-DYNAMIQUE. — *Sur l'intensité des forces capables de déformer, avec continuité, des blocs ductiles, cylindriques, pleins ou évidés, et placés dans diverses circonstances ; par* **M. de Saint-Venant.**

« 1. *Principe qui régit les pressions à l'intérieur des solides ductiles dans leurs mouvements continus de déformation persistante.* — Ce principe général est qu'en chaque point la plus grande composante tangentielle de pressions sur l'unité superficielle des diverses facettes qui s'y croisent soit égale à la constante spécifique, appelée K par M. Tresca (1), qui mesure pour chaque matière la résistance au glissement transversal continu, ou au cisaillement.

» Comme, dans tout corps solide ou fluide, cette plus grande des composantes tangentielles, qui s'exerce sur une surface bissectrice de celles de la plus grande et de la plus petite des trois pressions normales *principales*, a pour intensité la demi-différence de celles-ci, on voit que le même principe de la *plastico-dynamique* peut s'énoncer : *qu'en chaque point, la plus*

---

(1) *Mémoire sur le poinçonnage* (1869), au tome XX *des Savants étrangers.*

grande des différences entre les pressions normales sur diverses facettes soit égale, par unité superficielle, au double $2K$ *du coefficient de résistance plastique.*

» Il faut joindre, bien entendu, à l'équation exprimant ce théorème fondamental, les trois équations connues qui doivent exister en chaque point entre les six composantes des pressions sur trois faces, ou entre leurs dérivées premières, pour assurer l'équilibre dynamique de translation d'un élément quelconque du corps; équations dont on peut généralement remplacer par zéro les seconds membres où se trouvent la pesanteur, ainsi que les inerties, car celles-ci sont négligeables comme celles-là, vu que les vitesses de déformation sont toujours supposées extrêmement petites.

» 2. *Parallélépipède rectangle.* — Soit d'abord un parallélépipède rectangle ductile, dont les faces, perpendiculaires respectivement aux coordonnées x, y, z, supportent par unité superficielle des pressions extérieures normales

$$N_x,\ N_y,\ N_z.$$

Pour l'équilibre des éléments, il faudra que les mêmes pressions s'exercent aussi à l'intérieur et aussi normalement à travers toutes les facettes parallèles aux faces extérieures.

$$N_x,\ N_y,\ N_z$$

seront donc partout les trois pressions principales; et si N_x est la plus grande des trois, N_z la plus petite, la condition pour que le solide soit arrivé et continue à se trouver à l'état plastique est

$$(1)\qquad N_x - N_z = 2K.$$

» Cette condition sera remplie si l'on a

$$(2)\qquad N_x = K,\quad N_y = N_z = -K,$$

ou bien

$$N_x = -K,\quad N_y = N_z = K,$$

c'est-à-dire si, sur une face, on a une pression proprement dite K et, sur les deux autres, des tractions K, et réciproquement.

» C'est dans ce sens qu'il faut entendre, avec M. Tresca, que la résistance, soit à l'allongement, soit à l'accourcissement du solide plastique, est constante, et égale à sa résistance au cisaillement.

» 3. *Prisme ou cylindre plein à base quelconque.* — Si, pour le parallélépipède, on a $N_y = N_z$ sans être $= K$, ou si, plus généralement, sur les faces

latérales d'un prisme ou cylindre quelconque, on a des pressions transversales normales et toutes égales N_t, avec des pressions plus intenses N_x sur les bases par unité superficielle, comme, sur toutes les facettes parallèles aux arêtes, la pression sera également N_t, la condition de déformation plastique sera

$$(3) \qquad N_x = 2K + N_t.$$

» On voit que la résistance plastique d'un cylindre à l'écrasement, ou la force à appliquer sur l'unité de ses bases pour l'écraser est 2K, si l'on a $N_t = 0$, ou si ses faces sont libres, et pourvu qu'en même temps la force N_x reste normale aux bases et également répartie sur leur surface; ce qui cesse d'avoir lieu exactement quand le cylindre, en s'aplatissant, ne renfle que vers le milieu parce que le frottement sur ses bases empêche celles-ci de s'étendre.

» Si les pressions latérales N_t ont plus d'intensité que les pressions N_x, on doit avoir, au contraire,

$$(4) \qquad N_t = 2K + N_x;$$

en sorte que si $N_x = 0$, ou si les bases sont libres, ce sont les pressions latérales qui doivent être égales au double 2K du coefficient de plasticité pour que la déformation plastique ait lieu. On voit aussi que toute augmentation de la pression latérale N_t dans le cas de l'équation (3) exige que N_x augmente d'autant et que, dans le cas de l'équation (4), toute augmentation de N_x entraîne une augmentation égale de N_t, pour que le mouvement plastique s'opère. C'est de cette manière que la pression dans les solides plastiques se transmet en tous sens comme dans les fluides, ainsi que le dit encore M. Tresca, qui arrive autrement que nous ne venons de le faire à ces résultats simples : car il calcule d'abord le travail total qui résulterait de pressions $\pm K$ (ou de pressions et de tractions K), en ayant égard aux rapports qu'établit, entre les petits espaces parcourus suivant leurs directions, la condition de conservation du volume; puis il ajoute le travail de la force donnée N_t, cas (3), ou N_x, cas (4), qu'on suppose agir sur certaines faces; et, finalement, pour avoir la force cherchée N_x ou N_t, mêmes deux cas, à exercer sur une autre face pour opérer ou continuer le mouvement plastique, il divise le travail total par l'espace que cette face a parcouru. On peut voir en effet de suite, en se bornant à deux faces rectangulaires mobiles normalement (les quatre autres étant supposées fixes), qu'une force K sur l'une et — K sur l'autre par unité de surface donne le même travail,

le volume ne variant pas, qu'une force 2K sur la première et zéro sur la seconde.

» Et, plus généralement, il est évident qu'on ne change pas le travail total des forces agissant sur un corps dont les déformations ne changent point le volume, quand on les augmente ou diminue toutes d'une même quantité.

» 4. *Cylindre creux ou évidé assujetti à rester de hauteur constante.* — Supposons, avec le même auteur, qu'un cylindre creux ou annulaire de matière ductile homogène, d'un rayon extérieur R et d'un rayon intérieur R_1, soit contenu entre deux plaques planes qui l'empêchent de s'allonger, sans opposer aucune résistance à son extension ou à sa contraction latérale, et que la face extérieure soit libre, ou plus généralement soumise par unité superficielle à une pression constante p; on demande quelle autre pression p_1, aussi par unité, il faudra exercer sur sa face intérieure ou d'évidement, pour l'étendre latéralement, en surmontant partout ses résistances plastiques dont le coefficient est K, et quelles pressions se trouveront en jeu dans ses diverses parties.

» Ce problème ne peut être résolu qu'en faisant entrer dans le calcul, au moins pour leurs rapports mutuels, les vitesses prises par les diverses parties du bloc. Ces vitesses sont régies, dans la mécanique des corps ductiles, par la double condition : 1° que le volume des éléments ne change pas; 2° que sur chaque face intérieure la direction suivant laquelle la pression tangentielle est nulle soit aussi celle suivant laquelle la *vitesse de glissement est nulle*, ce qui, d'après des formules de statique et de cinématique connues, entraîne l'égalité entre les rapports des composantes tangentielles de pression aux vitesses de glissement qui y répondent, et les demi-rapports des différences deux à deux des composantes normales aux différences des vitesses correspondantes d'extension.

» Appelons, en conséquence :

r le rayon vecteur ou la distance d'un point quelconque à l'axe du bloc;

U la vitesse de ce point suivant le sens du prolongement de r;

N_r, N_ω, N_z les pressions que supportent normalement trois facettes ayant leur centre au même point, la première étant perpendiculaire au rayon, la seconde étant méridienne, et la troisième parallèle aux bases.

» On aura pour l'équilibre d'un élément annulaire, d'épaisseur dr, compris entre deux plans méridiens très-proches, et pour la conservation

de son volume,

$$(5)\qquad \frac{dN_r}{dr} + \frac{N_r - N_\omega}{r} = 0, \quad \frac{dU}{dr} + \frac{U}{r} = 0,$$

et, comme les vitesses d'extension, ou les allongements des éléments linéaires par unité de temps, dans le sens du rayon r, dans le sens de l'arc de son cercle parallèle aux bases, et dans le sens perpendiculaire aux bases, sont respectivement

$$\frac{dU}{dr}, \quad \frac{U}{r} \quad \text{et} \quad 0,$$

on aura

$$(6)\qquad \frac{N_r - N_z}{\frac{dU}{dr}} = \frac{N_r - N_\omega}{\frac{dU}{dr} - \frac{U}{r}}.$$

» Cette condition, en éliminant $\frac{dU}{dr}$ au moyen de la deuxième équation (5) exprimant la constance du volume, donne

$$(7)\qquad N_r - N_\omega = 2(N_r - N_z) = 2(N_z - N_\omega).$$

» Il en résulte que $N_r - N_\omega$ est la plus grande des trois différences mutuelles entre N_r, N_ω, N_z, qui sont, en chaque point, les trois pressions dites *principales*, puisque, d'après la nature du mouvement supposé et la nullité, aussi supposée, de tout frottement de la part des deux plaques rigides qui maintiennent constante la hauteur du bloc, il n'y a, sur les trois faces où ces pressions s'exercent, ni glissement ni pression tangentielle.

» On a donc (n° 1)

$$(8)\qquad N_r - N_\omega = 2K.$$

» La première équation (5) devient ainsi

$$\frac{dN_r}{dr} = -\frac{2K}{r}.$$

Elle donne, en intégrant depuis $r = R_1$, $N_r = p_1$, en appelant log' les logarithmes népériens,

$$(9)\qquad N_r = p_1 - 2K \log' \frac{r}{R_1}.$$

» On en déduit pour les deux autres pressions, au moyen des égalités (7), revenant, au moyen de (8), à $N_r - N_z = N_z - N_\omega = K$, l'expression

$$(10)\qquad N_z = p_1 - 2K \log' \frac{r}{R_1},$$

prouvant que la pression exercée par les plaques sur les bases du bloc ne sera pas uniforme, mais décroîtra de l'intérieur (ou de l'évidement) vers l'extérieur; et

$$(11)\qquad N_\omega = p_1 - 2K - 2K \log' \frac{r}{R},$$

montrant que la pression sur les faces méridiennes sera aussi décroissante à partir de la face intérieure, et se changera même le plus souvent en *traction* avant d'avoir atteint la face cylindrique extérieure.

» Enfin, si nous faisons $r = R$, $N_r = p$, dans l'équation (9), nous obtenons la valeur suivante, que nous cherchions, de la pression à appliquer intérieurement au cylindre annulaire pour vaincre son élasticité et déterminer son extension plastique

$$(12)\qquad p_1 = p + 2K \log' \frac{R}{R_1}.$$

» Si la pression appliquée p_1 a une valeur moindre que celle-là, les fibres annulaires avoisinant la face intérieure pourront très-bien acquérir des extensions excédant ce qui surmonte l'élasticité et même la cohésion de fibres rectilignes isolées; mais, comme les fibres avoisinant la face extérieure resteront élastiques, il n'y aura, comme dans une expérience connue de MM. Easton et Amos, ni rupture, ni déformation quelque peu sensible (*).

» 5. *Autre manière d'arriver à la formule* (12) *relative au cylindre creux de hauteur invariable.* — M. Tresca, qui m'a indiqué tout récemment le moyen dont il vient d'être fait usage pour obtenir rigoureusement cette formule logarithmique, avait trouvé cette même formule d'une manière différente, et analogue à ce qu'on a dit pour les expressions (3) et (4), en 1869, c'est-à-dire lorsque le principe du n° 1 et les équations du mouvement intérieur des corps plastiques n'étaient pas encore connus, puisque leur établissement m'a été suggéré précisément par l'étude de son Mémoire de cette année-là sur le poinçonnage.

» Pour cela, sans s'occuper d'abord de ce que peuvent être les forces extérieures et leurs influences, il calculait en général le travail de déformation plastique dû aux seules forces intérieures ou moléculaires, en le supposant égal à ce que produiraient, dans les trois directions rectangulaires de pressions principales, des forces K et −K, appliquées sur l'unité superficielle des faces des éléments solides qui sont normales à ces directions.

(*) *The Britannia and Conway Tubular Bridges*, by Edwyn Clarke, 1850. Note de la page 311.

Comme les volumes de ces éléments ne changent pas, ce travail est le même que si les forces avaient pour grandeurs K et — K, augmentées ou diminuées d'une même force quelconque, ce qui donne toutes les grandeurs que les forces réelles sont susceptibles d'avoir, y compris la grandeur zéro qu'elles ont ordinairement aux limites des blocs. Prenant ensuite pour faces principales les faces méridiennes et les faces perpendiculaires aux rayons, et en ajoutant, au travail intérieur ainsi évalué, le travail de celle des forces extérieures, p, qui est supposée donnée et connue, puis en divisant le travail total par l'espace parcouru suivant la direction de l'autre force, p_1, qui est inconnue et cherchée, il obtenait la grandeur de celle-ci ou la formule (12).

» La supposition relative au travail de déformation, dont nous parlons, était sans doute hardie et du genre de celles qu'une certaine intuition, difficile à motiver, suggère assez ordinairement aux auteurs qui ouvrent des voies nouvelles. Mais on voit, dans le cas que nous venons d'examiner, où les pressions s'exerçant dans un sens parallèle aux arêtes ne produisent aucun travail, qu'elle ne peut donner qu'un résultat juste, car elle s'accorde avec le principe du n° 1, qui assigne 2K pour grandeur à la différence des deux autres pressions principales.

» On peut voir du reste, et il n'est que juste de le dire ici, que l'auteur du Mémoire cité n'a point commis ces erreurs que quelques personnes ont cru y apercevoir. Il n'a pas fait la pression « égale en tous sens » ni même en trois sens rectangulaires principaux, ce qui eût entraîné l'absence de toute résistance au glissement ou de toute solidité, car il ne les a jamais faites égales qu'au signe près, pour une au moins des trois, ce qui conserve l'état solide. Il n'a pas non plus introduit de tractions « dans tout un ordre » de faits ne comportant que des pressions », car on vient de voir, et au reste il est clair, que, lors de l'extension latérale d'un cylindre creux par une pression appliquée à l'intérieur ou dans son évidement, ses éléments annulaires peuvent éprouver des tractions. Enfin, on peut voir que M. Tresca a égard exactement aux conditions qui sont à remplir aux limites des solides plastiques considérés par lui, car (comme on vient de le dire) il donne, en fin de compte et constamment, la valeur zéro aux pressions sur les surfaces libres; ce qui n'empêche pas, aux mêmes limites, les pressions sur des faces ou normales ou obliques à celles-ci d'être aussi considérables qu'on veut (*). »

(*) La seule de ses formules qui soit contestable, ainsi qu'il m'a dit le reconnaître volontiers, est celle (qu'il n'a, du reste, donnée que comme approximation) du cas d'un anneau ou

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite); *par* **MM. P.-A. Favre** et **C.-A. Valson.**

Aluns (première Partie).

« Les aluns composent un groupe de sels qui offrent entre eux les plus grandes analogies. Ils sont, en effet, représentés par des formules chimiques

---

cylindre creux dont la surface courbe extérieure est contenue par une enveloppe inextensible, ou dont le rayon intérieur R est assujetti à rester constant, et sur la surface intérieure de laquelle, de rayon R_1, se trouve appliquée, par unité superficielle, une force p_1 tendant à produire une diminution de l'épaisseur $R - R_1$, accompagnée d'une augmentation de la hauteur h du bloc. Cette formule, destinée à donner la grandeur que doit avoir p_1 pour être capable de cet effet plastique, est, en appelant p_2 une pression supposée appliquée sur chaque unité superficielle de la base supérieure, et par conséquent aussi de la base inférieure ou d'appui fixe,

$$(13) \qquad p_1 - p_2 = K + 2K \frac{R^2}{R^2 - R_1^2} \log' \frac{R}{R_1}.$$

M. Tresca a construit cette formule (13) en évaluant le travail intérieur ou de déformation par les mêmes hypothèses et le même mode de calcul qui lui ont donné des résultats exacts dans les trois cas examinés ci-dessus, c'est-à-dire qu'il a calculé le travail de déformation d'un élément de volume compris entre deux plans méridiens très-proches, deux petites portions de surfaces cylindriques distantes de dr, et deux plans parallèles aux bases, en supposant : 1° que ce travail est le même que si des pressions $\pm K$ étaient appliquées sur ses six faces; 2° que la base supérieure et toutes les sections planes qui lui sont parallèles restent planes et perpendiculaires à l'axe du bloc, et que les lignes parallèles à cet axe conservent leur parallélisme. Or cette seconde hypothèse ne peut être présentée que comme une approximation, et la première est affectée tout au moins d'incertitude; car si, d'une part, elle donne bien 2K, comme cela doit être (n° 1), pour la plus grande des trois différences deux à deux des trois pressions principales, elle donne zéro pour la plus petite, ce qui ne peut être vrai qu'exceptionnellement.

Une solution exacte, et sans hypothèse, de cette question pour laquelle M. Tresca a hasardé celles qu'on vient de dire, serait impossible, même aujourd'hui, vu la forme des équations aux dérivées partielles, trouvées depuis 1869, qu'il faudrait savoir intégrer. Mais si, en cessant de faire la première hypothèse, on conserve la seconde, comme présumée donner des résultats approchés, on a, pour la conservation des volumes, avec les notations du n° 4, en appelant, de plus, W la vitesse dans le sens parallèle à l'axe,

$$(14) \qquad \frac{dU}{dr} = -\frac{U}{r}\frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2}, \quad \frac{dW}{dz} = -\frac{dU}{dr} - \frac{U}{r} = \frac{2r^2}{R^2 - r^2}\frac{U}{r};$$

d'où

$$(15) \qquad \frac{N_r - N_z}{3r^2 + R^2} = \frac{N_r - N_\omega}{2R^2} = \frac{N_\omega - N_z}{3r^2 - R^2}.$$

Cela prouve que $N_\omega - N_z$ est la plus petite des trois différences entre les pressions princi-

appartenant au même type, et, au point de vue de la forme cristalline, ils présentent une ressemblance qui ne laisse rien à désirer. Ce sont des édifices

---

pales, et que la plus grande, celle qui doit (n° 1) être égale à 2K, sera tantôt la seconde, tantôt la première des deux autres, en sorte qu'on aura [n° 4, première équation (5)],

$$(16)\qquad N_r - N_\omega = 2K,\quad \frac{dN_r}{dr} + \frac{2K}{r} = 0 \quad \text{pour des valeurs de } r \text{ telles que}\quad 3r^2 < R^2,$$

$$(17)\qquad N_r - N_z = 2K,\quad \frac{dN_r}{dr} + \frac{4KR^2}{r(3r^2+R^2)} = 0 \quad \text{»} \quad 3r^2 > R^2.$$

L'intégration donne, dans le cas de (16),

$$(18)\qquad N_r = p_1 + 2K\log'\frac{R_1}{r},\quad N_z = p_1 - K - \frac{3Kr^2}{R^2} + K\log'\frac{R_1^2}{r^2},$$

valeur qui pour $r^2 = \frac{R^2}{3}$ est

$$(19)\qquad N_z = p_1 - 2K + K\log'\frac{3R_1^2}{R^2};$$

d'où, pour la pression $P' = \pi\int N_z d(r^2)$ sur la surface supérieure, depuis $r^2 = R_1^2$ jusqu'à $r^2 = \frac{R^2}{3}$,

$$(20)\qquad P' = \frac{\pi R^2}{3}\left[p_1\left(1 - \frac{3R_1^2}{R^2}\right) - \frac{K}{2}\left(1 - \frac{9R_1^4}{R^4}\right) + K\log'\frac{3R_1^2}{R^2}\right].$$

Et dans le cas (17), C et C' étant des constantes et P″ étant la pression sur une portion annulaire finie de la surface de base

$$(21)\qquad N_1 = 2K\log\left(3 + \frac{R^2}{r^2}\right) + C,\quad N_z = 2K\log\left(3 + \frac{R^2}{r^2}\right) + C - 2K,$$

$$(22)\qquad P'' = \pi\int N_z d(r^2) = \pi r^2(C - 2K) + 2Kr^2\log\left(3 + \frac{R^2}{r^2}\right) + \frac{R^2}{3}\log(3r^2 + R^2) + C'.$$

La constante C étant déterminée de manière à avoir $N_z = p_1$ quand $3R_1^2 > R^2$, et $N_z =$ la valeur (19) quand $3R_1^2 < R^2$, et la constante C' l'étant de manière à avoir $P'' = 0$ pour $r^2 = R_1^2$ ou $r^2 = \frac{R^2}{3}$ dans les deux mêmes cas, on aura, en ajoutant P″ avec P', quand $3R_1^2 < R^2$, et en prenant P″ seul, quand $3R_1^2 > R^2$, la pression totale sur la base de l'anneau. En divisant par la superficie $\pi(R^2 - R_1^2)$, on obtiendra la pression par unité de cette base, que nous avons appelée p_2, et, par suite, une relation entre $p_1 - p_2$, K, R et R_1, destinée à remplacer celle (13) de 1869. Cette relation nouvelle ne sera toujours, comme on voit, qu'approximative, bien que basée sur les équations différentielles de 1870.

Cette distinction des deux cas, $3R_1^2 <$ ou $> R^2$, a été aperçue aussi, depuis quelques jours, par M. Tresca.

en tout semblables, dans lesquels deux assises peuvent être changées et remplacées par d'autres, mais sans que les qualités nouvelles modifient en rien le plan architectural de l'édifice (1). L'étude des aluns paraît donc plus particulièrement propre à éclairer la question qui nous occupe.

» Pour faire cette étude d'une manière complète, nous passerons successivement en revue les divers éléments dont se compose le phénomène de la dissociation cristalline. Le plus considérable et le plus apparent est l'élément thermique, qui donne la mesure du travail effectué, intérieur ou extérieur. Le calorimètre, sans doute, ne fera connaître qu'un résultat complexe, et il ne sera pas toujours facile de démêler, dans le résultat total, la part qui revient à chacun des travaux élémentaires.

» L'espace est un second élément qui joue un rôle important dans les phénomènes de dissolution, et qui semble intimement lié à l'élément thermique. Ainsi que nous l'avons remarqué dans notre précédent Mémoire sur la dissolution cristalline, toutes les fois qu'un sel se dissout, il se produit une contraction du volume total : les sels qui dégagent le plus de chaleur subissent en même temps la plus forte contraction ; et, si le sel est susceptible de cristalliser en retenant un certain nombre d'équivalents d'eau, la majeure partie de la contraction a lieu dans la formation même du cristal. Il peut donc arriver qu'une grande partie de la chaleur dégagée provienne précisément du travail de contraction. Cette supposition s'accorde, en effet, très-bien avec ce qu'on sait sur l'énergie du travail nécessaire pour opérer sur un liquide une compression même très-faible.

» Lorsqu'un sel se dissout, il se produit deux phénomènes inverses. Il y a d'abord une dissociation des molécules salines qui servent d'assises dans l'édifice géométrique constitué par le sel solide. Il y a de la part du sel sur le dissolvant une action en sens contraire, à laquelle nous donnerons le nom d'*action coercitive*. La contraction du volume total, le retard du point d'ébullition, la moindre tension des vapeurs émises par la dissolution à une basse température, sont autant de faits qui semblent mettre cette action hors de doute.

---

(1) Il y a lieu de se demander si, en passant d'un alun à un autre, l'étendue reste la même, ou, en d'autres termes, si les cristaux d'alun constituent des édifices égaux ou seulement de forme semblable. C'est ce que nous nous proposons de vérifier, en prenant avec le plus grand soin les densités des divers aluns, qui, dans l'hypothèse de l'égalité de volume, devront être proportionnelles aux poids de leurs équivalents chimiques.

» Aujourd'hui nous nous bornerons à exposer les résultats de nos premières recherches, et à signaler les questions incidentes qu'elles ont soulevées et dont nous poursuivrons la solution.

Recherches thermiques.

» I. — Nous avons opéré sur six aluns en faisant varier les conditions des expériences. Voici d'abord la moyenne des résultats fournis par la dissolution de 1 équivalent des aluns mis en présence d'une très-grande quantité d'eau (1000 équivalents environ) :

Tableau I.

ALUNS.	ÉQUIVALENTS.	CALORIES de 8 à 11 degrés.	CALORIES de 19 à 21 degrés.
Alumino-potassique........	474,5	— 9803	— 9883
Alumino-ammonique.......	453,5	— 9580	— 9631
Chromo-potassique.........	500,5	— 9651	— 9499
Chromo-ammonique........	479,5	— 9628	— 9889
Ferrico-potassique..........	503,0	—16016	»
Ferrico-ammonique.........	482,0	—16571	—18060

» Comme on peut le voir, l'action de l'eau sur les quatre premiers aluns est assez sensiblement la même aux deux températures auxquelles nous avons opéré. Il n'en est plus de même pour les deux derniers, sur lesquels l'eau exerce son action dissociante avec une énergie plus grande, et sensiblement la même pour l'un et l'autre pris à la même température. L'alun ferrico-ammonique, le seul que nous possédions lorsque nous avons opéré à la température de 20 degrés environ (sa préparation étant plus facile que la préparation de l'alun ferrico-potassique), semble se dissocier davantage sous l'influence de l'eau prise à une température plus élevée de 10 degrés environ.

» II. — Nous avons ensuite voulu nous assurer de l'influence que pouvaient exercer sur les aluns des quantités d'eau variables. Pour cela, nous avons traité les aluns, pris en grand excès, par un poids déterminé d'eau qui se saturait complétement à la température de 20 degrés environ. Voici la moyenne des résultats fournis par les expériences :

Tableau II.

ALUNS.	ÉQUIVALENTS.	CALORIES.	TEMPS des opérations.	QUANTITÉ D'ALUN contenue dans 100 gr. d'eau.
			o	gr
Alumino-potassique.....	474,5	— 9627	19,5	11,115
Alumino-ammonique....	453,5	— 9692	20,1	11,255
Chromo-potassique......	500,5	— 9706	20,2	20,910
Ferrico-ammonique......	482,0	—18570	20,1	80,320

» On voit que les quantités de chaleur mises en jeu sont sensiblement les mêmes que dans le tableau précédent.

» III. — Dans une troisième série d'expériences faites à la température de 20 degrés environ, les aluns ont été préalablement desséchés à 85 degrés environ. A cette température, à laquelle ils ont été soumis pendant un temps assez long, le départ de l'eau qu'ils pouvaient perdre ne s'est pas fait avec la même rapidité. L'alun ferrico-ammonique est le seul qui soit entré en fusion bien au-dessous de 85 degrés, et qui, après avoir perdu 42,72 pour 100 d'eau, ou 23 équivalents, se dissout avec une trop grande lenteur et trop incomplétement pour être soumis à l'expérience thermique. Les autres aluns, chauffés à des températures plus élevées, perdent encore de l'eau et finissent aussi par devenir très-lentement solubles à froid et même insolubles.

» Pour avoir la chaleur totale d'hydratation des autres aluns qui renferment encore au moins 10 équivalents d'eau, il faut au nombre (A) du tableau ci-dessous, trouvé pour chacun d'eux pendant leur dissolution, ajouter le nombre qui exprime la chaleur mise en jeu lorsqu'ils se dissolvent avec leurs 24 équivalents d'eau (Tableau I), après avoir changé le signe.

Tableau III.

ALUNS DESSÉCHÉS à 85 degrés.	QUANTITÉ d'eau restante exprimée en équivalents.	ÉQUIVALENTS.	CHALEUR mise en jeu pendant les opérations. (A)	CHALEUR augmentée de la chaleur de dissolution des aluns à 24 HO prise avec un signe contraire.
Alumino-potassique.....	10,00	348,50	12416cal	22047cal
Alumino-ammonique....	10,83	335,00	12093	21724
Chromo-potassique......	11,67	389,50	3825	
Chromo-ammonique.....	10,75	360,25	4851	

» Pour les deux premiers aluns, les nombres sont encore assez concordants, et si le nombre qui correspond au premier est plus élevé, il faut remarquer que cet alun avait perdu plus d'eau que le second. Quant aux deux derniers aluns, pour lesquels nous ferons aussi les mêmes remarques, il suffira d'étudier, comme nous le ferons tout à l'heure, l'action de la chaleur sur les aluns de chrome violets pour comprendre qu'il nous faut encore attendre avant de nous prononcer sur la signification des nombres obtenus.

» Les résultats qui précèdent permettent déjà d'aborder la discussion de diverses questions. Ainsi, par exemple, le Tableau III apprend que les deux premiers aluns, lorsqu'ils ne renferment plus que 10 équivalents d'eau, dégagent, en se dissolvant, plus de 12000 calories. Quelle cause faut-il assigner à ce phénomène thermique? Une première explication consiste à dire que le sel, en se dissolvant, reprend un certain nombre d'équivalents d'eau, opération qui détermine, en effet, un dégagement de chaleur (1). Cependant cette explication n'est pas à l'abri de toute objection, et, en particulier, elle semble établir une anomalie avec les effets ordinaires des dissolutions qui sont des effets de dissociation, tandis que le fait de reprendre de l'eau par la dissolution constituerait, au contraire, un véritable effet d'association (2).

---

(1) En interprétant à ce point de vue les phénomènes thermiques qui accompagnent la dissociation des sels, on serait ainsi conduit à cette conséquence générale : que les sels plus ou moins complétement déshydratés par la chaleur peuvent reprendre, sinon la totalité, au moins une partie de l'eau qu'ils ont perdue. Bien plus, il faudrait admettre que la quantité d'eau associée à certains sels, tels que l'acétate de zinc et le chlorure de cuivre, par exemple, cristallisés au sein de l'eau, augmente encore lorsque ces sels entrent en dissolution et qu'elle devient de plus en plus forte à mesure que la quantité d'eau dans laquelle on les fait dissoudre est plus considérable. En effet, la quantité de chaleur que dégagent ces sels augmente avec la quantité d'eau, et ils n'en absorbent que lorsque la quantité d'eau mise en présence est très-faible, parce que, dans ce dernier cas, c'est le phénomène de dissociation cristalline qui prédomine (voyez *Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 18 septembre 1871, Tableau II). Il résulte de là que ces sels, à mesure qu'ils se concentrent, donnent lieu à une absorption de chaleur à laquelle succède le phénomène thermique contraire au moment même de leur cristallisation.

(2) Les preuves de la dissociation par voie de dissolution sont nombreuses. Grâce à la méthode d'analyse chimique par voie thermique, l'un de nous a pu constater, par exemple, une fois de plus, que les sels doubles ne peuvent pas exister en dissolution dans l'eau. En effet, après avoir montré que, dans de l'eau contenant 1 équivalent de sulfate de cuivre, on peut dissoudre 1 équivalent d'un sulfate quelconque, susceptible de former avec lui un sul-

» Mais il est une autre partie du phénomène qui permet d'en donner une seconde explication indépendante de la première : ce sont les effets de contraction qui accompagnent généralement les dissolutions et qui entraînent un dégagement considérable de chaleur, à cause de la grande résistance de l'eau à la compression. On sait d'ailleurs que les sels qui dégagent le plus de chaleur sont ceux qui opèrent la contraction la plus énergique. Dans cette manière de voir, lorsqu'un alun se dissout, l'eau exercerait d'abord une action dissociante dont le résultat serait la destruction de l'édifice cristallin, l'eau de cristallisation s'incorporant au dissolvant ; mais, de son côté, le sel exercerait sur la masse du dissolvant une action coercitive accusée par une contraction du volume total. La première action serait accompagnée d'une absorption de chaleur, la seconde correspondrait au contraire à un dégagement de chaleur, et le calorimètre mesurerait la différence de ces deux effets. En définitive, le sel et le dissolvant, pris séparément, peuvent être considérés, au point de vue mécanique, comme constituant deux systèmes moléculaires dont les conditions d'équilibre sont distinctes ; après la dissolution, il se formerait un système unique dont le nouvel équilibre serait la résultante de l'action dissociante de l'eau, d'une part, et, d'autre part, l'action coercitive de la substance saline.

» Signalons encore une autre interprétation du phénomène thermique. En consultant le Tableau I, on voit que l'équivalent d'un alun quelconque cristallisé renferme 24 équivalents ou 216 grammes d'eau à l'état solide, qui, si elle n'était pas combinée, exigerait 17000 calories environ pour passer à l'état liquide. Or, la même quantité d'eau, et tous les autres éléments des aluns cristallisés, pris ensemble, ne semblent exiger, pour perdre l'état solide, par le fait de la dissolution, que 9500 calories environ, dans le cas des aluns d'aluminium ou de chrome; 16 500 calories environ, dans le cas des aluns de fer, dissous à la température de 8 à 11 degrés; et enfin 18000 calories environ, lorsque ces mêmes aluns de fer sont dissous à la température de 20 degrés.

---

fate double, sans que la chaleur mise en jeu pendant sa dissolution diffère de celle qui aurait été mise en jeu dans l'eau pure, et que, par conséquent, le sulfate double ne prenait pas naissance, il a montré également que les sulfates doubles, formés par voie de cristallisation, sont détruits par l'eau dans laquelle on les a fait dissoudre (*Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 18 septembre 1871, Tableau VI). C'est également par l'emploi de cette méthode que nous avons constaté la destruction, par l'eau, des aluns et la dissociation, également par l'eau et assez avancée, des éléments constituants du sulfate de sesquioxyde de fer que deux de ces aluns renferment.

» Ainsi donc, en ne nous préoccupant aujourd'hui que des premiers aluns (nous réservant de revenir plus tard sur les aluns de fer), on serait conduit à se demander s'il ne conviendrait pas d'admettre que la chaleur latente de l'eau est considérablement diminuée lorsque ce corps est associé aux éléments salins des aluns cristallisés.

» Les résultats relatifs aux deux aluns de chrome conduisent à diverses conséquences remarquables. Lorsqu'on soumet à une ébullition suffisamment prolongée les aluns de chrome violets dissous dans l'eau, ils deviennent verts et incristallisables, et les solutions de ces sels, ainsi modifiés, ne laissent plus précipiter qu'une partie de l'acide sulfurique qu'elles renferment, lorsqu'on les traite à froid par le chlorure de baryum (1). La constitution de ces sels, ainsi modifiés par la chaleur, est difficile à établir par la méthode ordinaire de précipitation par le chlorure de baryum employé en excès. En effet, lorsqu'on veut connaître la quantité d'acide sulfurique précipité à froid, il n'est pas possible, comme dans le cas d'une dissolution de sulfate de chrome violet, traitée de la même manière, d'obtenir par la filtration une liqueur limpide, car, alors même que la liqueur pourrait laisser sur le filtre tout le sulfate de baryte qu'elle renferme, cette liqueur se troublerait immédiatement, parce qu'elle laisserait précipiter peu à peu, et d'une manière continue, à l'état de sulfate de baryte, la totalité de l'acide sulfurique qu'elle renferme encore en dissolution, et avec une lenteur d'autant plus grande que la température serait moins élevée (2).

» En modifiant la méthode que nous venons de rappeler, nous avons introduit dans la liqueur, qui renferme un poids connu d'alun violet modifié par l'ébullition, non plus un excès de chlorure de baryum, mais, successivement et par quart, le chlorure de baryum qui pourrait opérer la précipitation complète de l'acide sulfurique, si cela était possible à froid. Nous avons pu, de cette manière, établir assez nettement la composition du sulfate vert de chrome qui prend ainsi naissance. En effet,

(1) Nous devons rappeler ici les beaux travaux de M. E. Peligot sur l'uranium, sur l'antimoine et sur le chrome, dans lesquels il a signalé, pour la première fois, le rôle aussi singulier qu'inattendu que peuvent jouer l'oxygène et le chlore dans certains composés métalliques. Nous devons aussi rappeler les intéressantes recherches de M. Lœwel sur la modification que la chaleur fait subir au sulfate violet de chrome, et dans lesquelles il signale pour l'acide sulfurique le même rôle exceptionnel que M. E. Peligot avait déjà constaté pour l'oxygène et pour le chlore.

(2) Il y a bien d'autres réactions qui se produisent avec une lenteur plus ou moins grande. Parmi ces réactions, on peut citer celles qui donnent naissance aux sels doubles qui

en opérant dans ces conditions, nous avons pu constater que les deux premiers quarts de chlorure de baryum ont été immédiatement et complétement précipités et que, dans la liqueur qui s'éclaircit assez rapidement, et que nous avons eu soin de décanter, le troisième quart de chlorure de baryum n'a déterminé qu'un léger nuage qui est allé en augmentant d'abord, puis, après un temps plus ou moins long, a fini par disparaître, lorsque tout le chlorure de baryum a été précipité. Il en a été de même pour le quatrième quart du chlorure de baryum employé.

» Le sulfate vert de chrome peut donc être formulé : $SO^4[Cr^2(SO^4)^2]$, en considérant le composé $Cr^2(SO^4)^2$ comme un radical métallique, le *sulfochromyle*, analogue à l'*uranyle*, U^2O^2, et à l'*antimonyle*, Sb^2O^2, de M. Peligot; et c'est l'acide sulfurique du sulfate de potassium ou d'ammonium, et l'acide sulfurique du sulfate de *sulfochromyle* qui ont été seuls précipités à froid par les deux premiers quarts de chlorure de baryum, avec production des chlorures solubles correspondants.

» IV. — Il nous a été facile de contrôler cette première analyse, faite par voie de précipitations successives, en faisant intervenir les phénomènes thermiques. Pour cela, nous avons opéré comme nous venons de le dire, mais en tenant compte, pour chacun des quarts de chlorure de baryum employés, de la chaleur recueillie par le calorimètre. C'est cette véritable *analyse par voie thermique* qui nous a donné les résultats dont les moyennes sont consignées dans le tableau suivant. Un équivalent de chaque alun, dissous dans l'eau, a été modifié par la chaleur, placé dans le calorimètre, et traité, dans trois opérations successives : 1° par un excès de chlorure de baryum; 2° par la première moitié, puis par la seconde moitié du chlorure de baryum, qui serait nécessaire pour opérer la précipitation complète des 4 équivalents d'acide sulfurique; 3° par la même quantité de chlorure de baryum introduit par quart dans les opérations qui se succèdent immédiatement.

---

se précipitent d'une dissolution où se trouvent leurs sels constituants; c'est le cas, par exemple, du sulfate double de cuivre et de potassium, et du sulfate double de cuivre et d'ammonium. Ces réactions, qui n'ont rien de brusque, peuvent être assimilées, à ce point de vue, aux réactions contraires de dissociation de ces sels, opérées sous l'influence de l'eau. En effet, ainsi que l'un de nous l'a constaté, lorsque dans de l'eau saturée de sulfate double de cuivre et d'ammonium et de sulfate d'ammonium, par exemple, on fait dissoudre du sulfate de cuivre cristallisé, ce sel se dissout d'abord avec absorption de chaleur accusée par le calorimètre, lequel s'échauffe ensuite lorsque le sel dissous s'associe au sulfate d'ammonium pour former le sulfate double qui se précipite.

Tableau IV.

ALUNS de chrome.	CHLORURE de baryum en excès (A).	1re MOITIÉ.	2e MOITIÉ.	1er QUART.	2e QUART.	3e QUART.
Potassique......	8251cal	8142cal	204cal	4104cal	4102cal	146cal
Ammonique....	7641					

» Les nombres inscrits dans la colonne (A) ne sont pas très-éloignés l'un de l'autre; cependant ils sont loin de concorder entre eux. La différence provient sans doute de ce que les aluns n'ont pas été également modifiés par la chaleur.

» V. — Les résultats fournis par les expériences dans lesquelles nous avons fait réagir successivement $\frac{1}{4}$ de chlorure de baryum montrent que l'acide sulfurique précipitable est emprunté également à l'un et à l'autre sulfate, ainsi qu'on devait s'y attendre, puisque ces deux sels sont intimement mêlés. Mais, puisque, ainsi que nous le disons plus loin, le sulfate de potassium est précipité par le chlorure de baryum en dégageant 3300 calories environ, l'acide sulfurique du sulfate de sulfochromyle, si ce sel avait été seul, aurait dégagé 4900 calories environ, en se précipitant à l'état de sulfate de baryte, c'est-à-dire une quantité qui se rapproche beaucoup de celle qui est fournie par la précipitation du sulfate de baryte provenant de l'acide sulfurique libre. C'est ce qui ressort des données expérimentales suivantes.

Tableau V.

Le sulfate de potassium, précipité par le chlorure de baryum, donne..................	3357cal
» d'ammonium » »	3279 (1)
L'acide sulfurique » »	5053

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission chargée d'inspecter

(1) Comme ce nombre différait très-notablement du nombre 2776 inscrit dans le tableau VI du Mémoire que l'un de nous a communiqué à l'Académie (séance du 18 septembre 1871), nous avons dû nous assurer de la valeur des nombres inscrits dans le même tableau,

annuellement l'Observatoire de Paris, conformément au décret du 5 mars 1872 (1).

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

M. Ch. Sainte-Claire Deville.	41	suffrages.
M. Chasles	15	»
M. Élie de Beaumont.	9	»
M. Serret.	8	»

M. Chasles annonce à l'Académie que l'état de sa santé ne lui permettrait point de prendre part aux travaux de la Commission; il remercie ceux de ses confrères qui ont bien voulu lui donner leurs voix. En conséquence, les deux Membres de l'Académie définitivement désignés pour faire partie de la Commission sont **M. Ch. Sainte-Claire Deville** et **M. Élie de Beaumont.**

MÉMOIRES LUS.

HYDRODYNAMIQUE. — *De l'influence des forces centrifuges sur l'écoulement permanent varié de l'eau dans les canaux prismatiques de grande largeur; par* **M. J. Boussinesq.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les auteurs qui ont étudié l'écoulement permanent varié de l'eau dans les canaux prismatiques découverts ont admis que la pression est régie par

---

et nous avons ainsi été conduits à reconnaître qu'ils étaient tous trop faibles de la même quantité. Cette erreur, qui ne modifie en rien les conclusions qu'on avait cru pouvoir tirer de leur interprétation, provient uniquement de ce que les résultats fournis par les expériences ont été calculés en partant d'un poids déterminé de chlorure de baryum considéré à l'état anhydre, tandis que ce sel cristallise avec 2 équivalents d'eau. Voici les nombres fournis par les nouvelles expériences et par conséquent rectifiés :

Sulfate de potassium.	3357^{cal}
» d'ammonium.	3279
» de cuivre.	3329
» d'ammonium et cuivre.	3377
» de potassium et cuivre.	3432
» de sodium.	3370
» de zinc.	3324
» d'hydrogène.	5053

(1) Les Membres du Bureau des Longitudes faisant partie, de droit, de cette Commission, l'Académie n'a dû comprendre aucun d'eux dans ce vote.

la loi hydrostatique aux divers points d'une même section normale. Cette hypothèse peut être acceptée quand la petite inclinaison des filets fluides, par rapport à l'axe rectiligne du canal, n'éprouve de changements sensibles que sur une grande longueur, de manière que la courbure de ces filets et, par suite, les forces centrifuges développées par le mouvement, soient à peu près négligeables. Mais il n'en est plus ainsi aux points où l'inclinaison des filets change, sur une longueur finie, de quantités comparables à sa valeur propre : car les variations éprouvées, d'une section à l'autre, par la partie non hydrostatique de la pression, sont alors du même ordre de grandeur que celles de la partie hydrostatique. Aussi l'équation usuelle du mouvement permanent tombe-t-elle en défaut dans ces circonstances, et notamment quand il s'agit du ressaut occasionné, au bas d'un canal d'assez forte pente, par un barrage ou par toute autre cause capable de produire un gonflement.

» Il est donc utile de faire entrer en ligne de compte la courbure des filets et l'influence de cette courbure sur la pression. C'est le but que je me suis proposé dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» J'y développe d'abord les considérations résumées dans deux articles du *Compte rendu* (29 août 1870, 3-10 juillet 1871), où se trouve soumise au calcul, pour la première fois, la vraie cause des résistances passives développées au sein des eaux courantes, c'est-à-dire l'*agitation tourbillonnaire* qui règne en tous leurs points et qui enlève à la translation générale (pour la changer sans cesse en énergie interne ou en chaleur) une notable quantité de force vive, ainsi que l'ont observé MM. Poncelet, de Saint-Venant, Darcy, Bazin, etc. Dans les cas où les sections normales sont rectangulaires et de grande largeur, ou circulaires, ces considérations permettent de ramener le problème physique de l'écoulement à une question de calcul intégral qui, sans être des plus simples, peut être néanmoins résolue par approximations successives aux points où l'inclinaison relative des filets est une petite quantité. La première approximation donne les lois du régime uniforme telles qu'elles résultent des expériences de MM. Darcy et Bazin, tant pour la dépense que pour la répartition des vitesses sur toute l'étendue d'une section ; la seconde conduit à l'équation du mouvement permanent varié, qui est le principal objet du Mémoire.

» Cette équation, spécifiée pour le cas d'un canal prismatique rectangulaire très-large, contient, de plus que la formule usuelle établie par Coriolis,

un terme proportionnel : 1° à la dérivée, prise le long de l'axe, de la courbure de la surface libre; 2° au carré de la dépense par unité de largeur du canal, et 3° à un coefficient constant pour une même espèce de parois. Elle est donc du troisième ordre, et son intégrale générale comporte trois constantes arbitraires, qui sont, par exemple, la profondeur sur la première section *amont* et sur la dernière section *aval* du canal, et l'inclinaison ou la courbure de la surface libre sur une section intermédiaire. Comme il y a souvent des points où cette courbure est insensible, c'est-à-dire peut être supposée donnée à fort peu près égale à zéro, il suffit alors, pour que le problème de l'état du canal soit déterminé, de connaître, outre la dépense, la profondeur aux deux extrémités. Ainsi se trouve justifiée théoriquement la nécessité de tenir compte à la fois des *circonstances d'amont* et des *circonstances d'aval*, nécessité reconnue depuis un certain temps dans le cas où il y a des ressauts, et dont M. Boudin, professeur à l'École du Génie civil de Gand, a développé diverses conséquences dans son remarquable ouvrage *De l'axe hydraulique des cours d'eau contenus dans un lit prismatique*. (*Annales des travaux publics de Belgique*, t. XX, 1863.)

» C'est seulement quand la courbure de la surface est partout négligeable que l'équation du mouvement permanent se réduit au premier ordre, et qu'il suffit de se donner la profondeur en un point pour la déterminer en tous les autres. Cette équation prend alors la forme de celle de Coriolis; mais elle s'en distingue toutefois, au point de vue théorique, par deux différences importantes. La première consiste en ce que le coefficient α de Coriolis, coefficient égal au quotient, par le cube de la vitesse moyenne sur une section, de la valeur moyenne du cube de la vitesse aux divers points de la même section, y est remplacé par un autre, dont l'excès sur l'unité est environ trois fois moindre, et qui représente le rapport au carré de la vitesse moyenne de la valeur moyenne du carré de la vitesse aux divers points de la section considérée : cette différence tient à ce que Coriolis, qui s'est servi du principe des forces vives au lieu de celui des quantités de mouvement bien plus commode, a évalué le travail des frottements intérieurs en supposant implicitement la répartition des vitesses pareille à ce qu'elle est quand le régime uniforme existe, hypothèse dont il n'est pas difficile de démontrer l'impossibilité. Mais une autre différence compense presque exactement celle-là dans la pratique : en effet, le coefficient, peu supérieur à l'unité, qui doit remplacer α, est augmenté d'une quantité petite, mais sensible (0,07 ou 0,08 environ), par suite de ce que le frotte-

ment extérieur dépend directement de la vitesse à la paroi et non de la vitesse moyenne, et n'est plus la même fonction de celle-ci que dans le cas du mouvement uniforme.

» Le Mémoire se termine par l'étude des circonstances intéressantes que présentent l'établissement et la destruction du régime uniforme, circonstances que l'on observe, les premières immédiatement en amont, et les secondes immédiatement en aval des endroits où ce régime existe. A ce point de vue, les cours d'eau se rangent, suivant que leur pente est plus ou moins faible, en trois catégories, que l'on peut caractériser par les dénominations respectives de *rivières*, *torrents de pente modérée*, *torrents rapides*. Les deux pentes particulières, l'une un peu plus petite que l'autre, qui établissent la démarcation, la première entre les rivières et les torrents modérés, la seconde entre les torrents modérés et les torrents rapides, varient dans d'assez larges limites en sens inverse du degré de poli des parois et du rayon moyen de la section.

» Les cours d'eau de faible pente, ou *rivières*, sont caractérisés : 1° aux endroits où le régime uniforme se détruit, par cette circonstance que l'élévation ou l'abaissement de la surface s'y font sans aucune inflexion du profil longitudinal et assez graduellement pour que la courbure des filets fluides y soit négligeable (1); 2° aux endroits où le régime uniforme est sur le point de s'établir, par une série d'ondulations transversales de la surface, ondulations d'une longueur constante et peu considérable, d'autant plus petite que la pente du fond est plus faible, et d'une hauteur qui diminue de chaque ondulation à la suivante, lorsqu'on suit le cours de l'eau, avec d'autant plus de rapidité que la pente est plus grande.

» Dans les cours d'eau de forte pente, ou *torrents rapides*, le régime uniforme se détruit par une surélévation ou un abaissement presque brusques de la surface, sans inflexion du profil longitudinal, et il s'établit également sans inflexion, mais assez graduellement pour que la courbure des filets soit négligeable jusqu'à une distance assez notable en amont des endroits où le mouvement est uniforme.

» Enfin les *torrents de pente modérée* tiennent des rivières en ce que le régime uniforme ne s'y établit qu'avec une série d'ondulations de la surface, plus longues toutefois et de hauteurs plus rapidement décroissantes

---

(1) M. de Saint-Venant avait déjà, en 1852, appelé *rivières* les courants qui jouissent de cette dernière propriété, et *torrents* ceux dont la surface affecte au contraire, aux points où le régime uniforme se détruit, une courbure sensible.

de l'une à l'autre que dans les rivières, et ils tiennent des torrents rapides en ce que la courbure des filets fluides et l'influence des forces centrifuges n'y sont pas négligeables aux points où le régime uniforme se détruit. Quand, en ces points, la surface s'abaisse, elle ne présente aucune inflexion ; mais si, au contraire, elle se relève en ressaut, ce ressaut est allongé et coupé transversalement par un certain nombre d'ondulations, au lieu d'être court et à une seule inflexion vers le haut comme dans les torrents rapides. L'analyse indique en outre que les premières de ces ondulations ont très-sensiblement la forme des *ondes solitaires* observées par Scott Russell et par M. Bazin, et que j'ai étudiées dans un Mémoire publié récemment au *Journal de Mathématiques* (t. XVII, 1872).

» De nombreuses expériences de M. Bazin (1) confirment toute cette théorie des ressauts, et la distinction qu'il y a lieu d'établir entre les torrents de pente modérée et les torrents rapides. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les oiseaux fossiles, par* M. ALPH.-MILNE EDWARDS. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, Robin.)

« Au moment où mes recherches sur les oiseaux fossiles touchent à leur fin, et avant que le dernier fascicule de mon ouvrage soit livré au public, je demanderai à l'Académie la permission de lui exposer en quelques mots les résultats auxquels j'ai été conduit par ces études, qui n'ont pas duré moins de douze années.

» Je crois avoir démontré, par l'examen des ossements que l'on trouve dans les terrains récents des îles Mascareignes et qui appartiennent pour la plupart à des espèces éteintes, telles que la Dronte, le Solitaire, l'Aphanapteryx, le Foulque de Newton, les grands Perroquets, etc., que ces îles devaient se rattacher à une vaste étendue de terres, et que ces terres, peu à peu et par un abaissement lent, ont été cachées sous les eaux du grand Océan, laissant paraître quelques-uns de leurs points culminants, tels que Maurice, Rodrigue et Bourbon. Ces îles ont servi de refuge aux derniers représentants de la population terrestre de ces époques anciennes; mais les espèces, confinées dans un espace trop limité et exposées à toutes les causes de des-

---

(1) Voir le dernier chapitre de la première partie des *Recherches hydrauliques commencées par Darcy et continuées par M. Bazin* (*Savants étrangers*, t. XIX).

truction, ont disparu peu à peu, et l'homme a pu en quelque sorte assister à leur anéantissement.

» Madagascar n'était évidemment pas en communication avec ces îles, car lorsque les Européens les visitèrent pour la première fois, ils n'y trouvèrent pas de mammifères; à l'exception de quelques grandes Chauves-Souris; aucun de ces Lémuriens si remarquables et spéciaux à la faune malgache, n'existait aux Mascareignes. L'étude des oiseaux fossiles conduit au même résultat, et les trois espèces d'Æpyornis que M. A. Grandidier et moi avons pu reconnaître parmi les fossiles recueillis dans les marécages de la côte sud-ouest nous ont permis d'établir les liens de parenté qui rattachent ces oiseaux aux *Dinornis*, aux *Palapteryx* et aux *Aptornis* de la Nouvelle-Zélande. Toutes ces espèces appartiennent au même type zoologique et font pressentir qu'à une époque plus ou moins reculée il a pu exister des communications entre ces terres si distantes l'une de l'autre; peut-être des groupes d'îles, aujourd'hui submergées, établissaient-ils des stations intermédiaires dont malheureusement nous ne pouvons plus trouver aucune trace.

» En France, dès les premiers âges de l'homme, nous remarquons soit dans les terrains meubles, soit dans les cavernes, des débris d'oiseaux qui nous fournissent de précieuses indications sur les conditions climatériques de cette époque. Quelques-unes de ces espèces ont aujourd'hui entièrement disparu; d'autres, en assez grand nombre, se sont peu à peu retirées vers le nord : ce sont des Tétras et la grande Chouette Harfang, qui alors étaient extrêmement communs dans nos contrées. Leur présence est des plus significatives, car si pour quelques naturalistes le Renne ne se trouve fossile en France que parce qu'il y avait été introduit par les populations finnoises, on ne peut invoquer la même explication pour des oiseaux qui n'ont jamais été domestiqués. Enfin, on trouve encore dans nos cavernes un grand nombre d'espèces identiques avec celles qui habitent aujourd'hui l'Europe tempérée, et entre autres le Coq, que l'on croyait originaire des Indes et qui au contraire aurait été le contemporain des premiers âges de l'homme.

» Ce sont surtout les terrains tertiaires moyens qui m'ont fourni une riche moisson; ainsi, dans le département de l'Allier, j'ai reconnu la présence d'environ 70 espèces se rapportant à des groupes très-variés, et dont quelques-uns n'appartiennent plus à notre Faune. Des Perroquets, des Couroucous, habitaient les bois; des Salanganes construisaient dans les anfractuosités des rochers des nids probablement semblables à ceux que l'on trouve aujourd'hui dans certaines parties de l'Asie et de l'archipel

Indien. Un Serpentaire assez rapproché de celui du Cap de Bonne-Espérance cherchait dans les plaines les Serpents et les Reptiles qui, à cette époque comme aujourd'hui, devaient former sa nourriture. De grands Marabouts, des Grues, des Flamants et les Palælodes, oiseaux à formes bizarres, participant à la fois des Flamants et des Échassiers ordinaires, des Ibis fréquentaient le bord des cours d'eau où abondaient les larves d'Insectes et les Mollusques. Des Pélicans nageaient au milieu des lacs, enfin des Gangas et de nombreux Gallinacés achevaient de donner à cette population ornithologique une physionomie dont il est impossible de ne pas être frappé, et qui rappelle les tableaux que Livingstone nous a tracés de certains lacs de l'Afrique australe.

» La liste que j'ai donnée des oiseaux dont j'ai pu constater l'existence dans la partie des lacs miocènes dont les alluvions ont formé les terrains de Saint-Gérand le Puy, de Vaumas, etc., indique les rapports dans lesquels vivaient les différents groupes de cette classe de vertébrés. Tandis que certains d'entre eux sont extrêmement communs, il en est d'autres qui ne se trouvent pour ainsi dire qu'accidentellement, et qui ne sont représentés dans ma collection que par un seul ou par quelques os. Les espèces que l'on rencontre le plus fréquemment sont aquatiques; ainsi les Canards ont laissé de nombreux débris; le Cormoran ne se trouve que sur certains points. Évidemment, à cette époque ainsi qu'aujourd'hui, ces Oiseaux affectionnaient certaines places, certains rochers, dont ils s'éloignaient peu. Le petit Plongeon (*Colymboïdes minutus*) est moins abondant que les Mouettes, dont deux espèces, le *Larus elegans* et le *Larus totanoïdes*, existent à profusion.

» Il en est de même pour quelques-uns des petits Échassiers de rivage appartenant aux genres *Totanus* et *Tringa*, tandis que les *Elorius* et les *Himantopus* sont représentés par de rares individus. J'ai trouvé de nombreux ossements de l'Ibis et surtout du *Palælodus ambiguus;* les quatre autres espèces de ce dernier genre sont moins communes. Ainsi, sur deux cents ossements de ces oiseaux, on en compte à peine un provenant du *P. Crassipes*, du *P. Minutus*, du *P. Gracilipes* ou du *P. Goliath*. Les pièces du squelette du Flamant se trouvent rarement entières à Saint-Gérand le Puy; au contraire, à Cournon et à Chaptuzat, elles sont bien conservées. Je n'ai jamais rencontré qu'une seule fois des os du Marabout; ils appartenaient à deux jeunes individus et étaient réunis dans une même excavation remplie de sable. Les Grues sont rares; leurs os sont presque toujours brisés et souvent attaqués par la dent des Rongeurs, comme s'ils avaient séjourné long-

temps sur le rivage avant d'être entraînés au fond du lac. Les Rales, les Gallinacés, les Colombes, les Gangas, les Passereaux, les Rapaces et les Perroquets n'ont laissé que peu de traces de leur existence. Ces oiseaux, à raison de leur genre de vie, ne se tenaient pas continuellement sur le bord des lacs ou des cours d'eau : leurs dépouilles pouvaient se trouver dévorées ou détruites sur place, et il fallait un concours exceptionnel de circonstances pour qu'elles fussent transportées par les eaux dans les alluvions des lacs; aussi j'ai exploré pendant plus de dix années ces gisements avant d'y avoir rencontré un seul os du Perroquet, du Ganga, du Secrétaire ou de plusieurs des Rapaces, et quelques-uns dont j'avais recueilli des débris il y a fort longtemps ne se sont pas présentés depuis.

» Tous les ossements d'oiseaux recueillis dans les couches miocènes de Weisseneau, dans le bassin de Mayence, et que j'ai pu examiner, présentent une similitude complète avec ceux du département de l'Allier.

» La population ornithologique du célèbre gisement de Sansan, dans le département du Gers, présente un autre caractère; aucun de ses représentants ne se retrouve dans les terrains lacustres du Bourbonnais et de l'Auvergne, et si la plupart des espèces appartiennent à des familles existant dans notre faune contemporaine, pas une n'est connue dans la nature actuelle, et plusieurs d'entre elles offrent des caractères suffisants pour constituer des genres nouveaux.

» J'y ai découvert un Perroquet à formes plus grêles que celui de l'Allier, et que je désigne sous le nom de *Psittacus Lartetianus*, pour attacher le nom de mon regretté maître et ami à l'une des espèces les plus intéressantes qui ait jamais été trouvée dans ce riche gisement. Des Gallinacés de grande taille, et sous ce rapport à peine inférieurs au Paon, de véritables Faisans, habitaient aussi le bord du petit lac où se sont accumulés les dépôts qui, aujourd'hui, forment la colline de Sansan; de très-nombreux Passereaux, rappelant les Bengalis et les Sénégalis, fréquentaient le bord des eaux; enfin le nombre des espèces n'était pas inférieur à 35, et certainement de nouvelles fouilles ne manqueront pas d'en faire connaître davantage.

» Les faluns marins de la Loire ne m'ont fourni que peu d'espèces d'oiseaux; j'ai pu cependant y reconnaître un Cormoran presque aussi grand que celui qui vit aujourd'hui sur nos côtes; une Oie un peu plus petite que la Bernache, un Héron et un Faisan.

» Les couches de gypse des environs de Paris renferment de nombreuses empreintes de squelettes d'oiseaux, et l'on remarque que les animaux de cette période s'éloignaient davantage des formes zoologiques qui existent

aujourd'hui. Aussi, malgré la répugnance que j'éprouve, surtout dans des études paléontologiques, à augmenter le nombre déjà trop grand des coupes génériques, j'ai été obligé de former pour beaucoup d'entre eux des genres nouveaux. Ainsi le *Cryptornis antiquus* était plus voisin des Calaos que d'aucun type connu; la *Laurillardia*, le *Palægithalus* appartiennent à l'ordre des Passereaux, mais se distinguent de tous ceux que nous connaissons dans la nature actuelle. Les *Palæortyx* sont des Gallinacés de la taille des Cailles, mais bien différents de ces oiseaux. Le *Gypsornis* est le géant de la famille des Rallides; il devait presque atteindre la taille de la Cigogne. L'*Agnopterus* se rapproche des Flamants, bien qu'il revête des caractères qui lui sont spéciaux.

« La singularité des formes de ces oiseaux éocènes nous fait doublement regretter de ne pas connaître ceux de la période crétacée. Il n'existe malheureusement qu'un très-petit nombre de dépôts d'eau douce datant de cette époque; il n'est donc pas étonnant qu'on n'y ait encore découvert que peu de traces des animaux terrestres qui vivaient pendant le dépôt de ces puissantes assises; peut-être y découvrira-t-on des formes zoologiques nouvelles, pouvant combler l'immense lacune qui existe entre l'*Archæopteryx* jurassique et les oiseaux typiques de l'époque tertiaire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Animaux fossiles du Léberon (Vaucluse).* Note de M. A. GAUDRY.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats des fouilles paléontologiques que j'ai entreprises dans le mont Léberon, près de Cucuron (Vaucluse). Les publications de MM. de Christol, Gervais, Bayle et quelques recherches que j'ai commencées, il y a plusieurs années, permettaient de supposer que le mont Léberon renferme une faune presque semblable à celle de Pikermi. J'ai cru que des fouilles exécutées dans ce gisement compléteraient utilement celles que l'Académie a bien voulu autrefois me charger de faire dans l'Attique. Le Mémoire dont je présente ici un extrait a surtout pour but d'appeler l'attention sur la question des races fossiles.

Les pièces que j'ai recueillies sont au nombre d'environ 1200; je les ai données au Muséum d'Histoire naturelle. On trouve dans le Léberon : l'*Hyæna eximia*, les *Ictitherium hipparionum et Orbignyi*, le *Machærodus cultridens*, le *Dinotherium giganteum*, le *Rhinoceros Schleiermacheri*, un *Acerotherium?* le *Sus major*, l'*Helladotherium Duvernoyi*, le *Cervus Matheronis*, une multitude d'Hipparions, de Gazelles, d'Antilopes à cornes de chèvre,

désignées sous le titre de Tragocères, une Tortue terrestre de moyenne taille et une autre qui surpassait toutes les *Testudo* fossiles d'Europe.

» Sauf le Cerf et la grande Tortue, ces animaux du Léberon, ou bien paraissent semblables à ceux de l'Attique, ou bien en diffèrent si peu que je suis porté à les considérer comme descendant des mêmes parents.

» Ainsi l'Hipparion de la Provence nommé *prostylum* par M. Gervais a été en général plus petit que l'*Hipparion gracile* de Pikermi; bien qu'il ait ressemblé à la variété grêle de ce gisement, il paraît avoir eu, ainsi que la variété lourde, des métacarpiens un peu plus courts comparativement aux métatarsiens. Cependant je ne peux considérer l'*Hipparion prostylum* que comme une race du *gracile*, car si je mets à côté les uns des autres les 1900 os d'Hipparions rapportés de Pikermi et les 700 os d'Hipparions recueillis dans le Léberon, j'observe entre eux les passages les plus insensibles.

» Les Tragocères qui ont dominé à Pikermi sont appelés *amaltheus*, ceux qui ont dominé dans le Léberon sont distingués par M. Gervais sous le nom d'*arcuatus;* en effet, les seconds ont en général des cornes moins hautes, plus élargies et moins divergentes. Mais on voit entre l'*amaltheus* et l'*arcuatus* de tels passages, que l'un doit être simplement une race de l'autre; d'ailleurs des individus de ces deux races se rencontrent dans l'un et l'autre gisement.

» Le nom de *Gazella* (Antilope) *deperdita* a été proposé par M. Gervais pour un animal du Léberon, que de Christol avait inscrit sous le titre de mouton. J'ai recueilli des pièces de quatre-vingts individus de cette Gazelle; ses molaires sont un peu plus fortes proportionnellement que dans la *Gazella brevicornis* de Pikermi; les axes de ses cornes sont généralement plus aplatis; au lieu de diverger, ils restent quelque temps parallèles; quand ils étaient recouverts de leur étui corné, ils devaient avoir une tendance vers la forme en lyre. Ces différences sont si inégales et si peu importantes, les ressemblances sont d'ailleurs si frappantes que sans doute plus d'un naturaliste jugera que les Gazelles de Grèce et de France ne sont que des races d'une même espèce.

» Sur trois individus adultes de *Sus major* Gerv., dont j'ai trouvé les restes dans le Léberon, il y en avait un plus fort que le *Sus erymanthius* de Pikermi; les deux autres individus étaient de même taille. A en juger par les pièces de ma collection, le seul caractère par lequel l'espèce de Provence se distingue est l'absence de la grosse saillie qu'on remarque dans les maxillaires du *Sus erymanthius* au-dessus de la canine; sur tous les autres points, les ressemblances sont aussi complètes que possible; quand on con-

sidère la singulière complication des arrière-molaires des sangliers et qu'on retrouve sur les dents des animaux du Léberon les moindres linéaments de ceux de Pikermi, il est difficile de ne pas supposer une étroite parenté entre ces quadrupèdes.

» Le *Rhinoceros Schleiermacheri* de la Provence ressemble à celui d'Eppelsheim, mais il avait des formes moins lourdes que le *Rhinoceros Schleiermacheri* de Grèce et son ouverture nasale était différente; il n'était pas non plus semblable au *Rhinoceros Schleiermacheri* de Sansan, appelé *Rhinoceros sansaniensis*.

» Ainsi, lorsqu'on passe d'un gisement à un autre, on voit souvent les espèces fossiles offrir des nuances légères qui paraissent indiquer d'anciennes races issues d'une même souche.

» Après avoir étudié les animaux du Léberon, j'ai cherché à me rendre compte de leurs relations géographiques. A l'époque où ils vivaient, on voyait en Provence de nombreux troupeaux d'Hipparions et d'Antilopes. L'abondance de ces quadrupèdes grands-coureurs fait supposer un vaste espace émergé; en effet, leur ressemblance avec ceux de Pikermi, de Baltavar en Hongrie, et de Concud en Espagne, porte à penser que, vers la fin de l'époque miocène, il y avait des terres continues depuis la Grèce jusqu'en Espagne. Les analogies avec les animaux africains font croire que le midi de l'Europe avait alors d'étroites connexions avec l'Afrique. La faune du riche gisement d'Eppelsheim n'a pas également une physionomie africaine; cela semble résulter de son ancienneté un peu plus grande, et de la séparation que la mer avait établie entre le sud et le nord de l'Europe pendant une partie de l'époque miocène.

» Non-seulement les fossiles du Léberon ont de grands rapports avec ceux de Pikermi, mais encore leur gisement présente de singulières ressemblances avec ceux de l'Attique. Les ossements sont de même accumulés sur quelques points, et enchevêtrés les uns dans les autres. Le limon dans lequel ils sont engagés a le même aspect qu'à Pikermi, sauf qu'il est un peu moins rouge; c'est également un dépôt terrestre. Il atteint 100 mètres de puissance. La formation d'un limon fin d'une telle épaisseur a sans doute exigé un temps considérable; mais la réunion des ossements dans certains endroits a dû s'opérer assez promptement; car rien n'annonce que les animaux soient morts de vieillesse ou de maladie; ainsi que dans les autres gisements tertiaires, les carnassiers sont trop rares pour laisser supposer qu'ils ont suffi pour anéantir les herbivores. L'hypothèse des inondations est sans doute la plus vraisemblable pour expliquer une destruction rapide

de tant de quadrupèdes. L'endroit où j'étais campé, au pied du Léberon, était placé entre deux torrents, peu éloignés l'un de l'autre; une fois, à la suite d'un orage, leurs eaux resserrèrent beaucoup cette place. Si des animaux s'y étaient réfugiés alors, et que les eaux des deux torrents croissant toujours se fussent rejointes, ces animaux auraient été noyés, et de nombreux débris seraient rassemblés dans un petit espace. Peut-être des phénomènes analogues se sont-ils passés autrefois. »

M. Trémaux donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Répulsion universelle, par vibrations éthérées ou autres, modifiée par la moindre vitesse du corps plus dense, qui ne peut rendre directement au corps moins dense toute la force vive qu'il en reçoit. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L.-V. Turquan adresse un « Mémoire sur l'intégration en termes finis de l'équation $f\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0$, du premier ordre et de degré quelconque. »

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Hermite.)

M. L.-V. Turquan soumet au jugement de l'Académie la description d'un appareil destiné à indiquer la présence du grisou dans les mines.

« Cet appareil consiste en une sonnerie mise en jeu par un mouvement d'horlogerie dont le balancier est arrêté au moyen d'un obstacle qui a la forme du fléau d'une balance, et dont un des bras de levier, moins pesant que l'autre, se trouve engagé dans une cage de toile métallique, où il est retenu par une corde en fil de coton imprégné de salpêtre épuré et qui conserve toute sa résistance.

» Le grisou pénètre avec l'air extérieur dans cette cage, et quand il a atteint des proportions convenables, il s'enflamme au contact d'une lampe qui y brûle, et par là produit en quelques secondes la combustion du fil de coton. Dès lors, le balancier du mouvement d'horlogerie est rendu libre; la sonnerie se met à jouer, et les mineurs, avertis du danger, doivent se retirer. En même temps, on est averti de la nécessité d'activer l'aération de la mine et de l'assainir. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. G. de Coninck adresse un Mémoire concernant l'atmosphère du globe terrestre.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. W. Boyd adresse, par l'entremise du Ministère des Affaires étrangères, le projet d'un nouveau système d'aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Traité élémentaire de chimie organique, par M. *Berthelot;* »

2° Une « Étude sur les chemins de fer de montagnes avec rail à crémaillère, par M. *A. Mallet.* » (Extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils.)

M. le Secrétaire perpétuel signale une brochure de *M. Van der Mensbrugghe* intitulée : « Note préliminaire sur un fait remarquable qu'on observe au contact de certains liquides de tensions superficielles très-différentes. »

L'auteur énonce le principe suivant : « Chaque fois qu'un liquide à forte tension superficielle et contenant des gaz en dissolution est mis en contact avec un liquide à faible tension, il y a un dégagement plus ou moins prononcé des gaz dissous dans le premier liquide. » Il ajoute ensuite :

« Ce principe, que je me propose de vérifier en détail dans un Mémoire spécial, peut se démontrer par un très-grand nombre d'expériences. Provisoirement, je n'en citerai que quelques-unes.

» I. Il suffit d'introduire une gouttelette d'alcool ou d'éther dans de l'eau distillée, remplissant à moitié un petit flacon de trois à quatre centimètres de diamètre, et d'agiter le liquide, pour constater une vive effervescence après l'agitation; cette expérience a été décrite depuis longtemps par M. Duprez (1), mais sans explication. Il est impossible d'attribuer l'effervescence observée à de l'air introduit par l'agitation, puisque l'alcool ou l'éther seul et l'eau seule ne donnent à cet égard aucun résultat marqué.

» L'expérience réussit de même avec la benzine, le sulfure de carbone, la créosote, l'essence de térébenthine, les huiles d'olive, de lavande, de lin, de colza, de pétrole, d'amande

---

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique ;* 1838, 1re série, t. V, p. 402.

douce, etc. On n'a même qu'à agiter l'eau distillée, après y avoir plongé une baguette de verre portant des traces d'un corps gras quelconque, pour voir se produire nettement un dégagement de petites bulles de gaz.

» Si le flacon contenant l'eau distillée n'est pas parfaitement débarrassé de toute matière grasse ou éthérée, il se forme bientôt de nombreuses bulles gazeuses aux points de la paroi intérieure où cette matière est attachée.

» II. Une goutte d'huile qui s'étale à la surface de l'eau distillée produit un dégagement de petites bulles gazeuses, qu'on observe aisément au microscope : ce dégagement est, selon moi, la vraie cause de la formation des *figures* de *cohésion*, comme les appelle M. Tomlinson, c'est-à-dire de la séparation de la lame étalée en une infinité de parties, constituant d'abord une sorte de réseau, et se décomposant peu à peu en lentilles de moins en moins larges, jusqu'à ce que, le dégagement gazeux venant à cesser, les petites lentilles demeurent indéfiniment. J'ai pu suivre au microscope toutes les phases du phénomène, dues évidemment aux innombrables petites bulles gazeuses qui se dégagent au-dessous des lamelles.

» L'expérience peut se faire avec toutes les huiles fixes ou volatiles, le sulfure de carbone, la créosote, l'esprit-de-bois, etc.

» Quand une huile quelconque est maintenue en contact prolongé avec l'eau, on sait que la surface de séparation des deux liquides perd bientôt sa transparence. Ce fait si connu s'explique par le dégagement de très-petites bulles de gaz, qui résinifient plus ou moins l'huile et qui la rendent impropre à se laisser traverser par la lumière.

» III. On a observé depuis longtemps que l'eau entre d'autant plus difficilement en ébullition qu'elle est mieux débarrassée des gaz qu'elle tient en dissolution. Ce qui précède fait prévoir que, si l'on mêle l'eau distillée avec de l'alcool, par exemple, on peut chasser une grande quantité des gaz dissous. C'est en effet ce que confirme une expérience récente de M. Kremers : ayant ajouté une partie d'esprit-de-vin à trois parties d'eau et chauffé fortement, cet observateur a vu le point d'ébullition s'élever aisément à 109 degrés et même beaucoup au delà, à mesure que le liquide volatil s'était évaporé en plus forte proportion..... »

M. Haton de la Goupillière prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Combes*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie la copie de la Lettre suivante, adressée à M. le Ministre des Affaires étrangères par le gérant de l'Agence consulaire de France à Mostar, sur le tremblement de terre qui s'est produit, au mois de mars dernier, dans l'Herzégovine :

« Mostar, 6 mars 1872.

» Depuis un mois, la contrée environnant Mostar et la ville elle-même sont agitées par des secousses qui ne sont pas sans impressionner les Herzégoviniens, peu accoutumés à un phénomène de cette nature, aussi continu et aussi caractéristique.

» Le 6 février, deux jours après la belle aurore boréale qui a été entrevue très-distinc-

tement ici, une première oscillation rapide donna l'éveil; elle fut bientôt suivie, le 7 et le 8 du même mois, de secousses fréquentes et ondulatoires, très-courtes, mais nettes, qui sembleraient avoir leur direction du nord-ouest au sud-est, comme si elles suivaient la longue chaîne des Alpes-Dinariques, pour secouer ensuite le haut rameau des monts Scordus.

» Les journées suivantes, le phénomène se manifesta par de rares mouvements, qui devinrent plus manifestes le 13 au soir, où la secousse fut plus longue que d'ordinaire, et suivie d'un grondement sonore, semblable à celui du canon dans le lointain. Jusqu'au 24 février, le silence des matières souterraines fut presque complet; le 25 et le 27, de nouvelles secousses, plus fortes que les précédentes, sont venues ébranler de rechef les puissantes montagnes entourant Mostar, où la sensation oscillatoire fut très-perceptible, vers les 9 heures du soir et à minuit passé.

» C'est ainsi que, jusqu'à la fin du mois de février, on put enregistrer environ trente à quarante secousses, avec détonations semblant avoir leur direction de l'intérieur de la mer Adriatique, c'est-à-dire du nord-ouest au sud-est, et procédant verticalement la plupart du temps.

» Le 2 et le 3 mars, cette force cachée se manifesta encore par des détonations plus fortes qu'auparavant, et cette fois horizontales.

» Pendant toute cette période, l'atmosphère a été constamment pure, sans pluie; je n'ai constaté un peu de pesanteur dans l'air que ces jours-ci (1).

» Les mêmes effets ont été ressentis, à diverses reprises, à 6 heures au sud-ouest de Mostar, vers Lynbuska, dans la campagne de Chiroki-Brig, et pas ailleurs. Ni Raguse, si cruellement éprouvé par le tremblement de terre de 1667, ni Sérajévo, où trois fois, en 1868-69, des secousses ont été signalées, et qui est ordinairement placé dans le jeu de cette force expansive, n'ont rien ressenti; le phénomène s'est borné au nord-ouest-ouest de l'Herzégovine. Ne serait-il pas intéressant, dès lors, d'examiner aux dates susdites l'état du Vésuve et de l'Etna, dans les Deux-Siciles? »

ASTRONOMIE. — *Découverte de deux nouvelles planètes*, (119) et (120). Note de M. Lœwy.

« En l'absence du Directeur de l'Observatoire, je prie M. le Secrétaire perpétuel de vouloir bien annoncer à l'Académie que deux planètes ont été découvertes en France dans le courant de la semaine dernière : la première, (119), a été trouvée à Paris le 9 avril par M. Paul Henry, aide-astronome de l'Observatoire; la seconde, (120), a été découverte le lendemain, 10 avril, à Marseille, par M. Borelly.

» La planète (119) est un peu plus brillante que (120); elles sont toutes les deux à peu près de la 11e grandeur. Les deux astres ont été observés

(1) Depuis vingt jours, le thermomètre centigrade se maintient, dans la ville de Mostar, entre 9 et 15 degrés au-dessus de zéro.

avec soin à l'Observatoire, dans les soirées des 11, 12 et 13 avril, tant aux instruments méridiens qu'au grand équatorial.

» Voici les résultats de ces observations, qui permettront aux astronomes de retrouver les deux planètes et de les observer ultérieurement.

Positions de la planète (119).

Grand Équatorial.

1872.	T. m. de Paris.	Asc. dr.	Dist. pol.	Observateurs.
	h m s	h m s	° ′ ″	
11 avril....	11. 1.18	13.17.19,62	98.34.39,2	Lœvy et Tisserand.
12 avril....	10.45.24	13.16.30,84	98.27.40,5	Id.
13 avril....	10.20.46	13.15.41,81	98.20.43,8	Id.

Grand instrument méridien.

11 avril....	11.55.21	13.17.18,47	98.34.25,7	Périgaud et Chevallier.
12 avril....	11.50.35	13.16.28,77	98.27.22,4	Périgaud et Leveau.

Positions de la planète (120).

	T. m. de Marseille.	Asc. dr.	Dist. pol.	Observateurs.
	h m s	h m s	° ′ ″	
10 avril....	12.16.32	12. 0.55,38	95. 2.44,9	Borelly.

Grand Équatorial de Paris.

	T. m. de Paris.			
11 avril....	11.47.19	12. 0.14,90	94.59.44,9	Lœvy et Tisserand.
12 avril....	9.20.24	11.59.38,44	94.57. 6,2	Id.
13 avril....	9.48.21	11.58.58,56	94.54. 2,8	Id.

Grand instrument méridien.

11 avril....	10.38.31	12. 0.16,72	94.59.55,5	Périgaud et Chevallier.
12 avril....	10.33.56	11.59.36,50	94.56.57,3	Périgaud et Leveau. »

PLASTICODYNAMIQUE. — *Sur un procédé d'intégration, par approximations successives, d'une certaine équation de la Plasticodynamique.* Note de **M. Ed. Combescure**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans le *Complément aux Mémoires du 7 mars 1870, etc.* (*Journal de Liouville*, 2e série, t. XVI, 1871), M. de Saint-Venant appelle l'attention sur l'intégration, par approximation, de l'équation (portant le n° **18** dans le Mémoire cité)

$$4\left(\frac{d^2\psi}{dx\,dz}\right)^2+\left(\frac{d^2\psi}{dx^2}-\frac{d^2\psi}{dz^2}\right)^2=4K^2.$$

Cette équation ne rentre pas dans les types, en si petit nombre, intégrés jusqu'ici. On peut cependant, sous les restrictions inhérentes à la plupart

des méthodes d'approximation, l'intégrer par approximations successives; mais il paraît préférable de revenir aux équations (9) d'où elle découle (*Mémoire sur l'établissement des équations différentielles*, etc., *Comptes rendus* du 7 mars 1870).

» Ces équations (9), en supprimant les seconds membres des deux premières, et supposant, ce qui est ici permis, K égal à l'unité, reviennent à

$$(a)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dN_z}{dx}+\dfrac{dT}{dz}=0,\quad \dfrac{dN_z}{dz}+\dfrac{dT}{dx}=0. \\ N_z-N_x=2\sqrt{1-T^2}; \end{array}\right.$$

$$(b)\qquad \frac{du}{dx}+\frac{dw}{dz}=0,\quad \frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz}=\frac{T}{\sqrt{1-T^2}}\left(\frac{dw}{dz}-\frac{du}{dx}\right);$$

le radical étant pris avec un signe déterminé.

» En différentiant la dernière (*a*) par rapport à x, ayant égard à la première et rapprochant la seconde, on a

$$(c)\qquad \frac{dN_z}{dx}=-\frac{dT}{dz}-\frac{2T}{\sqrt{1-T^2}}\frac{dT}{dx},\quad \frac{dN_z}{dz}=-\frac{dT}{dx};$$

d'où

$$(d)\qquad \frac{d^2T}{dx^2}-\frac{d^2T}{dz^2}=\frac{2T}{\sqrt{1-T^2}}\frac{d^2T}{dx\,dz}+\frac{2}{(1-T^2)^{\frac{3}{2}}}\frac{dT}{dx}\frac{dT}{dz}.$$

» Cette équation rentre dans un type connu; malheureusement la méthode d'Ampère, ou des *caractéristiques*, ne lui est pas applicable. Mais on peut l'intégrer par approximations successives, poussées aussi loin qu'on voudra, en se fondant sur la simple remarque que T est moindre que l'unité, et sur la forme spéciale de l'équation.

» Il convient d'abord de prendre pour variables indépendantes

$$\xi=x+z,\quad \zeta=x-z,$$

ce qui transforme la proposée dans

$$\frac{d^2T}{d\xi d\zeta}=\frac{1}{2}T(1-T^2)^{-\frac{1}{2}}\left(\frac{d^2T}{d\xi^2}-\frac{d^2T}{d\zeta^2}\right)+\frac{1}{2}(1-T^2)^{-\frac{3}{2}}\left(\frac{dT^2}{d\xi^2}-\frac{dT^2}{d\zeta^2}\right).$$

» En développant $(1-T^2)^{-\frac{1}{2}}$ et $(1-T^2)^{-\frac{3}{2}}$, on aura

$$\frac{d^2T}{d\xi\,d\zeta}=\left(\frac{1}{2}T+\frac{1}{4}T^3+\cdots\right)\left(\frac{d^2T}{d\xi^2}-\frac{d^2T}{d\zeta^2}\right)+\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{4}T^2+\cdots\right)\left(\frac{dT^2}{d\xi^2}-\frac{dT^2}{d^2\zeta^2}\right).$$

» La fonction T étant moindre que l'unité, en la considérant comme

une quantité du *premier ordre*, le second membre de cette équation sera du second ordre; et si l'on fait

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + \ldots,$$

les indices désignant respectivement l'ordre de grandeur, la substitution dans l'équation précédente donnera

$$\left\{\begin{aligned}
&\frac{d^2T_1}{d\xi\,d\zeta} = 0,\\
&\frac{d^2T_2}{d\xi\,d\zeta} = \frac{1}{2}T_1\left(\frac{d^2T_1}{d\xi^2} - \frac{d^2T_1}{d\zeta^2}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{dT_1^2}{d\xi^2} - \frac{dT_1^2}{d\zeta^2}\right),\\
&\frac{d^2T_3}{d\xi\,d\zeta} = \frac{1}{2}T_1\left(\frac{d^2T_2}{d\xi^2} - \frac{d^2T_2}{d\zeta^2}\right) + \frac{1}{2}T_2\left(\frac{d^2T_1}{d\xi^2} - \frac{d^2T_1}{d\zeta^2}\right) + \frac{dT_1}{d\xi}\frac{dT_2}{d\xi} - \frac{dT_1}{d\zeta}\frac{dT_2}{d\zeta},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right.$$

» On tire de la première

$$T_1 = \varphi(\xi) + \psi(\zeta),$$

φ et ψ désignant des fonctions arbitraires. La seconde fournit, par suite,

$$T_2 = \frac{1}{2}\int_{\xi_0}^{\xi}\int_{\zeta_0}^{\zeta}[(\varphi + \psi)(\varphi'' - \psi'') + \varphi'^2 - \psi'^2]\,d\xi\,d\zeta,$$

où les accents marquent les dérivées. En continuant à prendre les intégrales de manière qu'elles s'évanouissent pour $\xi = \xi_0$, et aussi pour $\zeta = \zeta_0$, on trouvera de proche en proche, et toujours par des quadratures successives et séparées, les valeurs de T_3, T_4, ...

» T étant connu, les équations (c) donneront N_z par des quadratures; et N_x s'ensuivra sans nouvelle intégration.

» Enfin l'élimination de w entre les équations (b) donne

$$\frac{d^2u}{dx^2} - \frac{d^2u}{dz^2} = \frac{d}{dz}\left(\frac{2T}{\sqrt{1 - T^2}}\frac{du}{dx}\right);$$

et l'on peut remarquer que cette équation admet la solution particulière $u = T$.

» On peut transformer cette équation linéaire conformément à l'indication de Laplace; mais comme, en y écrivant $\frac{u}{u_0}$ au lieu de u, u_0 étant un nombre quelconque supérieur à u, il est permis de regarder $\frac{u}{u_0}$ comme une quantité du même ordre que T, il est plus simple d'appliquer le procédé

des approximations sucessives, exposé ci-dessus, en posant

$$\frac{u}{u_0} = u_1 + u_2 + u_3 + \ldots$$

» J'ajouterai quelques remarques assez évidentes sur le procédé d'intégration proposé. D'abord les quadratures successives que l'on doit effectuer introduiront, comme facteurs de quelques-uns des signes arbitraires, les puissances entières et positives de $(\xi - \xi_0)$ et de $(\zeta - \zeta_0)$. Ces facteurs pouvant grandir indéfiniment avec ξ et ζ, les binômes $\xi - \xi_0$ et $\zeta - \zeta_0$ devront être compris entre certaines limites. En second lieu, si T diffère peu de l'unité, les approximations *convergent* très-lentement. Dans ce cas, si l'on fait $T = 1 - T'$ et que l'on considère T' comme du premier ordre, l'équation (d) se transforme dans une autre, que l'on peut intégrer par approximations successives, mais d'une manière moins *régulière*, en conservant les variables x et z et renversant, pour ainsi dire, le rôle des deux membres. Enfin il faudrait être en mesure d'assigner des limites des erreurs. Mais ce *desideratum* s'applique à bon nombre de théories de la mécanique céleste ou terrestre.

» Tout ce qui précède se rapporte aux équations *indéfinies* de la plasticodynamique. Il y a à tenir compte des équations *définies* ou *aux limites;* mais je ne crois pas devoir entrer dans de plus amples détails sur une question dont tout le mérite revient naturellement aux inventeurs de cette branche de la Science. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Statique des cultures industrielles : le houblon.* Mémoire de **M. A. Muntz**, présenté par M. Boussingault. (Extrait.)

« Ce travail est destiné à faire suite à une série de recherches entreprises par M. Boussingault, et dont la première partie (Statique des cultures industrielles : le tabac) a été publiée il y a quelques années (1). Il forme une suite d'autant plus naturelle à cette publication que, les expériences ayant été exécutées dans la même localité, les résultats offrent des points de comparaison plus exacts. Le but principal de ces expériences est de déterminer les quantités de principes assimilés pendant le développement du houblon et, par suite, les éléments définitivement enlevés au sol par la récolte.

» ... Un but secondaire de ces recherches a été l'étude de l'assimilation

(1) *Agronomie*, t. IV, p. 100.

des principaux éléments, à diverses phases du développement de la plante; on a, par conséquent, comparé la composition des différents organes à deux époques de la végétation.

» Dans les déterminations des matières minérales, à l'occasion des importantes recherches de M. Peligot sur la diffusion de la soude dans les végétaux (1), on a mis un soin tout particulier à déterminer quelle est la part attribuable à cet alcali comme élément constitutif dans les différentes parties du houblon. J'ai employé, à cet effet, le procédé de séparation de la potasse et de la soude que M. Schlœsing a récemment décrit (2). Une houblonnière située à Wœrth, à la base du Liebfrauenberg (Bas-Rhin), a servi à ces expériences.

» En partant des résultats des analyses, on trouve que, le 17 septembre, époque de la cueillette, les éléments assimilés étaient :

	Pour les 2,400 plants de la parcelle cultivée de 38 ares.	Pour les 6316 plants que contiendrait 1 hectare.
	kil	kil
Eau	4282,560	11270,270
Carbone	997,224	2624,361
Hydrogène	119,904	315,547
Oxygène	764,304	2011,393
Azote	34,633	91,141
Acide phosphorique	8,625	22,699
Magnésie	9,254	24,352
Potasse	15,888	41,812
Soude	0,173	0,455
Matières minérales non déterminées	50,635	133,278
	6283,200	16535,288. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des composés oxygénés de l'azote; par* M. **Berthelot**.

« Les expériences de thermochimie ne peuvent servir aux calculs de la théorie que si les quantités de chaleur trouvées dans le calorimètre répondent à des réactions définies et complétement connues : circonstance moins commune en chimie que la simplicité des équations qui figurent dans les livres et même dans les Mémoires ne le ferait supposer. Nulle part peut-être la difficulté de réaliser cette condition essentielle n'est plus grande que dans l'étude des combinaisons oxygénées de l'azote. Trois séries de déter-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1269.

(2) *Comptes rendus des séances ae l'Académie des Sciences.*

minations thermiques ont été publiées sur la formation des acides nitriques et nitreux ; mais les trois séries offrent des divergences extraordinaires, qui me paraissent dues à l'incertitude des réactions véritablement effectuées dans les calorimètres.

» 1° M. Favre (1) s'est occupé le premier de cette difficile question. Les réactions qu'il a étudiées (action de l'acide azotique sur le cuivre et action de l'acide azotique sur un azotite) l'ont conduit aux valeurs suivantes :

$AzO^2 + O^3 + HO + n Aq = AzO^6H$ étendu........	$+ 20°,7$
$AzO^2 + O + HO + n Aq = AzO^4H$ étendu.........	$- 6,6$
AzO^3, HO (étendu) $+ O^2 = AzO^6H$ étendu........	$+ 27,7$

» Ces nombres ont fait autorité jusqu'à ces derniers temps : je les ai employés moi-même dans divers calculs, suivant en cela l'usage reçu dans la science à l'égard des résultats obtenus par nos prédécesseurs, résultats que chacun met en œuvre, sans en devenir pour cela responsable (2).

» 2° En 1871, MM. Troost et Hautefeuille (3) ont mesuré la chaleur dégagée dans la réaction de l'acide hyponitrique liquide sur un excès d'oxygène, en présence de l'eau. Cette réaction, d'après les savants précités, donne toujours naissance à une certaine proportion d'acide nitreux, en même temps qu'à l'acide nitrique, produit dominant. Ils ont présenté le tableau suivant de leurs résultats :

	Acide nitrique formé.	Acide nitreux.	Chaleur dégagée par 1 équivalent d'acide hyponitrique se transformant en acides nitrique et nitreux.
N° 1........	0,9143	0,0857	20°,370
N° 2........	0,8582	0,1418	11,340
N° 3........	0,8170	0,1830	6,365

(1) *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XXIV, p. 311 ; 1853.

(2) Les doutes élevés récemment sur ces valeurs n'atteignent point les calculs relatifs à la formation des azotates et aux matières explosives. En effet, la formation de l'azotate de potasse, depuis ses éléments :

$$Az + O^6 + K = AzO^6K,$$

peut être calculée directement, comme je l'avais fait observer dans mon Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXII, p. 66 et 72), c'est-à-dire sans qu'il soit besoin de prendre pour inconnue auxiliaire la formation du bioxyde d'azote. On trouve ainsi le chiffre 129c,00 ; cette quantité est d'un ordre de grandeur comparable avec la détermination expérimentale (61c,50) de M. Bunsen, dont elle est déduite.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 380.

» En admettant les deux équations simultanées (1)

$$AzO^4 + O + HO + nAq = AzO^6H \text{ étendu},$$
$$2AzO^4 + H^2O^2 + nAq = AzO^6H \text{ étendu} + AzO^4H \text{ étendu},$$

Le calcul montre que la première réaction dégage.......... $+ 33^c,5$ (2)
Et la seconde absorberait.............................. $- 85^c,0$

» Ce dernier nombre est probablement trop grand; mais le fait même d'une absorption de chaleur, croissante avec la proportion relative de l'acide nitreux et par conséquent caractéristique de la simple action de l'eau sur l'acide hyponitrique, ne paraît guère douteux.

» 3° M. Thomsen (3) vient de publier les résultats suivants. Il a fait réagir le bioxyde d'azote et l'oxygène dans un premier calorimètre; puis il a dissous dans l'eau les produits gazeux de la réaction, dans un deuxième instrument; enfin il les a traités par le chlore. Il admet que la première réaction fournit uniquement et instantanément de l'acide hyponitrique (gazeux)

$$AzO^2 + O^2 = AzO^4;$$

que la deuxième réaction produit uniquement et instantanément les acides azoteux et azotique dissous

$$2AzO^4 + H^2O^2 + nAq = AzO^6H \text{ étendu} + AzO^4H \text{ étendu};$$

enfin que l'action du chlore sur ce dernier mélange produit uniquement et instantanément les acides azotique et chlorhydrique. Sans nous arrêter à discuter ces hypothèses multipliées et qui pourraient être contestées, tant comme simplicité des réactions que comme instantanéité, et comme exclusives de la formation bien connue de l'eau régale, nous allons transcrire les valeurs suivantes, calculées par M. Thomsen :

$AzO^2 + O^3 + HO + nAq = AzO^6H$ étendu............... $+ 36^c,5$
Au lieu de............ $+ 20^c,7$ (Favre);

$AzO^2 + O + HO + nAq = AzO^4H$ étendu............... $+ 18^c,2$
Au lieu de............. $- 6^c,6$ (Favre);

AzO^4 étendu $+ O^2 = AzO^6H$ étendu.................... $+ 18^c,3$
Au lieu de............ $+ 27^c,7$ (Favre);

AzO^4 (gaz) $+ O + HO + nAq = AzO^6H$ étendu.......... $+ 16^c 9$
Au lieu de... $+ 33^c,5$ (Troost et Hautefeuille),

(1) AzO^4 étant liquide.

(2) Les auteurs indiquent $+ 23,5$, sans doute par quelque erreur de transcription.

(3) *Berichte der Chem. Gesellschaft zu Berlin*, 25 mars 1872.

valeur qui se rapporte à l'acide hyponitrique liquide et qui devrait être accrue notablement pour l'acide gazeux, à cause de la chaleur de liquéfaction,

$$2\,AzO^4 + H^2O^2 + n\,Aq \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +15^c,5 \text{ (acide gazeux)},$$

au lieu du nombre négatif qui ressort des expériences de MM. Troost et Hautefeuille sur l'acide liquide (1).

» La discordance entre ces trois séries d'expériences est extrême : elle me paraît trop grande pour pouvoir être expliquée par la différence des méthodes et des instruments, quelle que soit la part d'erreur attribuable à ceux-ci. Il me semble plus probable que certaines des équations admises par les auteurs sont inexactes; les propriétés physiques singulières de ce que l'on est convenu d'appeler la *vapeur nitreuse* ou l'*acide hyponitrique* ne répondent guère à celles d'un composé défini et complétement formé; peut-être d'ailleurs le caractère lent et progressif de certaines réactions vient-il compliquer les mesures.

» En tout cas, ces mesures, prises les unes et les autres par des expérimentateurs exercés, montrent quelle modestie est imposée aux savants dans l'exposition de leurs résultats, et combien nous devons nous garder d'envisager nos observations personnelles comme la mesure unique et définitive de l'erreur et de la vérité.

» J'aurais encore quelques remarques à faire sur les rapprochements numériques que M. Thomsen, après M. Hess, M. Dupré et divers autres, croit apercevoir entre les quantités de chaleur dégagées dans les réactions chimiques. Pour que ces relations eussent quelque portée théorique, elles devraient s'appliquer à des réactions comparables, où tous les corps seraient pris dans le même état physique, autant que possible dans l'état gazeux et sous des condensations pareilles : il faudrait en outre admettre entre les chaleurs spécifiques des relations spéciales. En général, tout rapprochement numérique du genre de ceux présentés par M. Thomsen, c'est-à-dire établi entre des réactions dissemblables, où figurent d'un côté des solides, tels que le soufre, d'un autre côté des gaz, tels que l'oxygène et l'acide sulfureux, enfin des liquides tels que l'eau et l'acide sulfurique, s'évanouit dès que l'on transporte la température commune à laquelle les réactions ont été étudiées jusqu'au point où il se produit quelque nouveau changement d'état physique; attendu que la chaleur mise en jeu dans ledit changement n'est point, en général, multiple de l'unité prétendue. »

---

(1) La réaction entre le bioxyde d'azote et l'oxygène, quels qu'en fussent les produits, était-elle totale dans le premier calorimètre de M. Thomsen, ou ne s'est-elle pas achevée dans la deuxième en présence de l'eau?

MÉTALLURGIE. — *Réclamation de priorité au sujet d'un Mémoire de* M. Gruner, *relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes.* Note de **M. A. Gillot.**

« L'Académie, dans sa séance du 22 janvier dernier, a décidé, sur le Rapport de M. H. Sainte-Claire Deville, l'admission, dans son *Recueil des Savants étrangers*, d'un Mémoire de M. Gruner, relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes, au moyen d'un courant à une température de 400 à 500 degrés. Or, le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 3 février 1868, sur la carbonisation du bois et l'emploi du combustible dans la métallurgie du fer, Mémoire qui n'a été jusqu'ici l'objet d'aucun Rapport, résout précisément le point traité par M. Gruner, ainsi qu'il résulte de l'extrait suivant de ce Mémoire :

« La réduction et la carburation sont deux phénomènes de même ordre, que l'on peut comprendre sous le nom générique de cémentation, etc.....

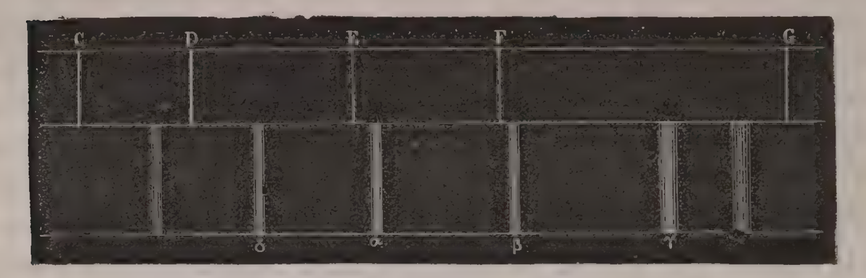
» Les limites de température entre lesquelles la carburation s'opère paraissent fort étendues; car, bien que l'on admette assez naturellement que cette réaction a lieu au-dessous du ventre et dans la région des étalages, et par conséquent à la température de cette zone, puisque le fer n'achève sa réduction que vers le ventre, il n'est pas sans intérêt de remarquer que l'on peut transformer complétement le fer en acier à une température comprise entre 400 et 500 degrés. Si l'on soumet pendant un temps assez long un morceau de fer à un courant gazeux élevé à cette température, et contenant une quantité suffisante d'oxyde de carbone, on obtient constamment de l'acier. J'ai répété cette expérience un grand nombre de fois avec les gaz provenant de la combustion de la houille, du coke, du goudron, du bois, du charbon de bois, avec le gaz d'éclairage sans aucune épuration préalable, et la transformation en acier a toujours eu lieu. On obtient les mêmes résultats dans un haut-fourneau au-dessus du ventre, à partir du point où commence cette température limite de 400 à 500 degrés. D'où la conséquence que la carburation devrait suivre la réduction à mesure que cette dernière s'opère. Mais on a vu, d'après ce que j'ai dit précédemment, qu'il n'en est rien et que la réduction, jusqu'à son entière terminaison, fait obstacle à la carburation. Cela se comprend, etc. »

» Je réclame donc, comme m'appartenant, le fait signalé par M. Gruner. Mais je ne revendique pas la réduction qu'il énonce, de l'oxyde de fer par le carbone en nature, car j'affirme, au contraire, avec M. Leplay, son prédécesseur, que le carbone en nature n'a aucune action sur le fer et sur ses oxydes, en vertu de cet axiome : *Corpora non agunt nisi soluta.* »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de la vapeur d'eau.*
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le dessin d'un spectre obtenu en faisant passer l'étincelle d'induction au travers d'un tube contenant de

Principales raies du spectre solaire.



Spectre obtenu en faisant passer un courant d'induction dans un tube plein de vapeur d'eau à faible tension.

la vapeur d'eau raréfiée : il se forme de belles stratifications blanches dont la lumière se résout en quatre raies principales (1) grasses et nébuleuses, quoique vives, et en deux autres raies nébuleuses beaucoup plus faibles.

» Il n'y a pas traces des raies de l'hydrogène.

Cette expérience, qui date déjà de quelques années, n'est peut-être pas sans intérêt, tant pour la connaissance de ce qui se passe dans les tubes au vide que pour la discussion des résultats de l'analyse spectrale appliquée aux phénomènes cosmiques ou météorologiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux faits pour servir à l'histoire des phénols.*
Note de MM. **L. Dusart** et **Ch. Bardy**, présentée par M. Cahours.

« Nous avons montré, dans des Communications précédentes, que les phénols ont avec les alcools proprement dits un grand nombre de propriétés communes et que, pour vaincre l'inertie de leurs molécules, il suffisait le plus souvent de l'emploi plus énergique de la chaleur et de l'action prolongée du temps. Les expériences suivantes, en apportant des faits nouveaux et incontestables à l'histoire des phénols, serviront à mettre en évidence la vérité de notre thèse.

---

(1) J'ai attribué ces raies à l'oxygène.

» L'éthérification directe du phénol par l'acide chlorhydrique fumant impliquait la possibilité de reproduire, par réaction inverse, le corps primitif; c'est, en effet, ce que nous avons réalisé.

» La transformation du chlorure de phényl en phénol, affirmée par Church, a été contestée par plusieurs expérimentateurs qui, se plaçant dans les mêmes conditions que le chimiste anglais, démontrèrent que la réaction annoncée ne se produisait pas. Il s'agissait ici de l'action du chlorure sur une solution alcoolique de potasse, à une température de 150 à 170 degrés, et nous avons constaté nous-mêmes que cette réaction ne s'accomplit pas même à 225 degrés.

» Le chlorure de phényl, qu'il provienne de l'action du chlore sur la benzine, de celle de l'acide chlorhydrique ou du perchlorure de phosphore sur le phénol, est décomposé à une température de 300 degrés par une solution aqueuse de soude caustique : le produit unique de la réaction est le phénol proprement dit.

» Le toluène chloré, dans les mêmes conditions, donne naissance à l'hydrate de crésyl ; le bromure de naphtyl, qu'on obtient si facilement par l'action du brome sur la naphtaline, est transformé tout entier et rapidement en naphtol presque blanc.

» Bien que nos recherches se soient bornées à ces trois substances, nous croyons pouvoir en conclure que cette réaction est susceptible d'être généralisée.

» Nous avons envisagé la constitution des sulfophénates comme analogue à celle des sulfovinates, malgré l'idée opposée introduite dans la science par M. Kékulé. La grande stabilité de ces corps en présence des alcalis avait, en effet, porté ce chimiste à attribuer à l'acide sulfurique une position différente de celle qu'il occupe dans les sulfovinates ; il tiendrait la place d'un équivalent d'hydrogène du radical phényl au lieu de celle d'une molécule d'eau.

» Les expériences suivantes sont contraires à cette vue théorique. Des poids égaux de sulfophénate de soude, d'eau et de chlorure de baryum sont chauffés à 240 degrés pendant quatre heures; au bout de ce temps, le sulfophénate est décomposé et la totalité du phénol régénéré est mise en liberté.

» De l'acide sulfophénique chauffé avec son poids d'alcool à une température de 225 degrés pendant quatre heures donne en abondance le phénéthol de M. Cahours.

» Il ressort de ces expériences que, dans sa combinaison avec l'acide

sulfurique, le phénol a conservé l'intégrité de sa molécule et qu'il peut se prêter aux transformations des composés analogues de la série des alcools proprement dits.

» Nous demanderons à l'Académie la permission de répondre quelques mots à une critique de nos expériences sur les phénols, insérée dans un des derniers *Comptes rendus*.

» Nous avions annoncé que le phénol chauffé à 250 degrés, en présence de chlorhydrate d'aniline et d'acide chlorhydrique, se combine à ce sel pour donner de la diphénylamine.

» MM. Girard et de Laire, s'appuyant sur ce fait, que du chlorhydrate d'aniline chauffé au-dessus de 300 degrés se détruit en produisant le même corps, en concluent que le phénol n'intervient pas dans la réaction que nous annonçons. Tous les chimistes qui ont étudié la question savent que la diphénylamine est un produit constant de la destruction par le feu des sels d'aniline. Déjà vers 250-260 degrés, le chlorhydrate d'aniline chauffé seul présente au bout de douze heures un commencement de décomposition, due sans doute à l'action des alcalis du verre. En présence de l'acide chlorhydrique, la stabilité du sel est augmentée et c'est à peine si l'on constate une légère altération.

» Vers 230-235 degrés, le chlorhydrate d'aniline avec excès d'acide chlorhydrique reste parfaitement intact, quand, à 215 degrés, un mélange de phénol, de chlorhydrate d'aniline et d'acide chlorhydrique donne déjà de la diphénylamine et du chlorure de phényl. Ce dernier fait suffit pour lever tous les doutes.

» Nous avons montré qu'un mélange de phénol, d'acide chlorhydrique et de chlorhydrate d'ammoniaque fournit de l'aniline et de la diphénylamine, et, interprétant la réaction, nous avons attribué au chlorure de phényl formé dans cette circonstance la transformation du phénol en alcaloïdes. Les mêmes chimistes, mettant en présence du chlorure de phényl tout formé et du chlorhydrate d'ammoniaque, concluent des résultats négatifs qu'ils obtiennent à l'absence de réaction dans les conditions où nous nous plaçons, en les qualifiant de *complications inutiles*.

» Or, il ne nous a point paru inutile de réunir dans ces réactions difficiles tous les éléments destinés à en assurer le succès; mettre en présence un mélange de corps solubles les uns dans les autres, pouvant se pénétrer réciproquement, et offrir le chlorure de phényl à l'état naissant, nous a paru préférable à la réaction d'un corps huileux sur un sel inerte; c'est, du reste, ce que l'expérience négative de nos contradicteurs a parfaitement démontré.

» Nous ne nons arrêterons pas à relever les autres objections contenues dans cette Note; elles ont la même valeur critique et expérimentale que les précédentes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une détermination plus précise de certains genres de Conifères jurassiques par l'observation de leurs fruits.* Note de M. DE SAPORTA, présentée par M. Ad. Brongniart.

« La réunion entre mes mains d'une nombreuse série d'échantillons de Conifères jurassiques m'a mis à même de découvrir les fruits de plusieurs de ces végétaux : ce sont les premiers résultats de cette étude que je soumets à l'Académie. Jusqu'ici deux causes s'étaient surtout opposées à la connaissance exacte des Conifères de l'âge secondaire; c'étaient, d'une part, l'absence ou l'extrême rareté des organes fructificateurs, et, de l'autre, un faciès généralement très-uniforme qui portait les auteurs à étendre la même dénomination à des formes en réalité dissemblables. La confusion était encore augmentée par la méthode appliquée à la classification des Conifères, qui associait dans les mêmes sections, sans avoir égard à l'ordre d'apparition de ces divers groupes, les Araucariées et Abiétinées, les Séquoiées, Taxodiées et Cupressinées. Aussi a-t-on remarqué bien souvent les appréciations tout à fait arbitraires de certains savants, tels que M. Gœppert, qui a rapporté aux Cupressinées le genre *Ulmannia*, opinion que rien ne semble justifier, et M. Andra, qui applique le terme de *Thuyites Germari* à des rameaux dont les feuilles sont visiblement disposées en spirale. La plupart des auteurs ont désigné indifféremment sous le nom de *Brachyphyllum* la masse des Conifères jurassiques, et M. Pomel avait même proposé, il y a vingt ans, de les comprendre presque toutes dans son genre *Moreauia*, qu'il rapprochait des *Dacrydium*, en se basant sur une empreinte évidemment mal comprise.

» Je crois qu'il est possible, au moyen des observations que je viens de faire, de débrouiller un peu ce chaos et d'établir l'existence d'un certain nombre de genres, les uns éteints, les autres encore existants, qui se distribuent sans trop d'anomalie dans les tribus actuelles des *Araucariées*, des *Séquoiées* et des *Cupressinées*, auxquelles il faut ajouter celle des *Walchiées*, souche prototypique d'où les trois autres se seraient successivement détachées.

» C'est aux Walchiées que je rapporte le genre *Brachyphyllum*, tel que M. Brongniart l'avait originairement compris. Ce genre, un des plus singu-

liers de la flore secondaire, se montre non-seulement dans l'oolithe inférieure en France et en Angleterre, mais aussi dans le corallien de la Meuse, ainsi qu'à Cirin, Armaille et Orbagnoux (Ain), dans le kimmeridgien. Les rameaux des *Brachyphyllum* sont couverts de feuilles, disposées dans un ordre spiral, en forme d'écussons plus ou moins convexes, épais et probablement coriaces, converties par la croissance en plaques hexapentagonales qui recouvrent le vieux bois d'un ensemble de compartiments réguliers, taillés pour ainsi dire à facettes. Un échantillon de Châteauroux (Indre), dont je dois la communication à M. Pomel, m'a permis d'observer les cônes de ce type, encore attachés au rameau et par conséquent incontestables. Ils sont remarquablement petits et offrent l'aspect, la dimension et la structure de ceux des *Walchia*, *Ulmannia* et *Pallyssia*. J'ai rencontré à Orbagnoux des cônes semblables, situés sur les mêmes plaques que des rameaux de *Brachyphyllum*, et à côté de l'un d'eux des semences éparses, longues en tout de 2 millimètres et surmontées d'une aile membraneuse inégale; ces semences, qu'il est naturel d'attribuer au cône près duquel elles sont placées, auraient été inverses et disposées deux ou plusieurs sur chaque écaille. Les écailles elles-mêmes affectent un ordre compliqué de plusieurs rangs de spire; insérées à angle droit sur l'axe et persistantes, elles se redressent par leur bord libre et donnent lieu à un apophyse en forme d'appendice lancéolé, étroitement opprimé.

» A la suite des *Brachyphyllum* ainsi limités, il faut mentionner les *Pachyphyllum*, dont la dénomination est due à M. Pomel, qui l'appliquait à l'une des sections de son genre *Moreauia*. Ici les feuilles, épaisses comme celles des *Brachyphyllum*, sont trigones, en faux et en crochet et analogues à celle des *Eutacta*, sauf la consistance.

» Les fruits, dont il existe plusieurs exemples, étaient formés d'écailles larges, minces, emboîtées et imbriquées dans le fruit ; caduques à la maturité, comme celles des *Dammara*, à qui elles ressemblent beaucoup, ces écailles portaient une semence unique logée dans une fossette encore reconnaissable. Le genre, malgré des liens indirects avec les *Brachyphyllum* d'une part, de l'autre avec les *Cunninghamia*, se place donc fort naturellement dans la tribu des Araucariées, non loin des *Dammara*, auxquels il ressemble si peu par le feuillage.

» La présence des *Araucaria* à cette époque a été mise en lumière par M. Carruthers, qui en a figuré des fruits entiers; j'ai moi-même entre les mains une écaille isolée, provenant du corallien de la Meuse, qui ne diffère en rien de celle de l'*Araucaria Cookii* R. Br.

» Deux genres de Conifères jurassiques viennent se placer selon moi sans difficulté parmi les Séquoiées.

» On peut conserver au premier de ces genres le nom d'*Echinostrobus*, proposé par M. Schimper pour désigner des fruits encore attachés à leur rameau, trouvés à Solenhofen et dont M. Unger avait remarqué la ressemblance avec ceux des *Arthrotaxis*. Cet auteur avait eu seulement le tort de les réunir à son *Arthrotaxis princeps* (*Caulerpites princeps* Sternb.) qui représente certainement une Cupressinée, sur laquelle nous allons revenir. Le rameau avec strobiles de Solenhofen a été très-bien figuré par M. Schimper (1); il paraît identique avec l'*Arthr. Baliostichus* Ung. (*Baliostichus ornatus* Sternb.); des rameaux pareils se retrouvent à Cirin, à Orbagnoux et à Creys (Isère); quoique non accompagnés de fruits, ils sont reconnaissables à leur aspect, à leur mode de ramification, mais surtout à la liaison intime qui les rattache aux *Arthrotaxis* et que j'ai pu vérifier en comparant une très-belle empreinte de Creys à l'*Arthrotaxis laxifolia* Hook., de Tasmanie. Quant aux fruits de Solenhofen, ils ne s'écartent entièrement de ceux des *Arthrotaxis* par aucun caractère sensible, sauf leur plus grande dimension.

» Je laisse au second genre de Séquoiée présumé le nom de *Cunninghamite* déjà appliqué à des formes de la Craie. Les *Cunninghamites* jurassiques ressemblent aux *Cunninghamia* par l'aspect du fruit et celui des rameaux; seulement les proportions sont beaucoup plus faibles; en outre, les feuilles sont dépourvues de nervure médiane et les écailles du fruit plus serrées et plus étroitement imbriquées. Je viens d'observer ce type dans le kimméridgien d'Armaille (Ain); il existe aussi dans le lias de Steierdorf, où il a été signalé par M. Andrä sous le nom singulier de *Thuyites Germari*.

» Les Cupressinées jurassiques ont été souvent méconnues, parce que leurs feuilles, au lieu d'être exactement décussées et distinguées en *faciales* comprimées et latérales *naviculaires*, sont le plus souvent irrégulièrement opposées ou même insérées sans ordre et subspiralées comme celles des *Widdringtonia*. Après un examen attentif, je crois devoir signaler les trois genres suivants : 1° des *Widdringtonia*, qui ne diffèrent de ceux de l'Afrique australe par aucun caractère extérieur, sauf l'extrême petitesse du fruit, qui a valu à l'espèce d'Armaille, chez qui je l'ai observé, le nom de *W. microcarpa*; 2° un genre à feuilles étroitement appliquées et squammiformes,

---

(1) *Traité de Pal. vég.*, t. II, Pl. 75, fig. 21.

opposées deux par deux, mais avec un certain désordre, qui a fait admettre à plusieurs auteurs qu'elles étaient alternes. Ce genre, répandu dans l'oolithe, comprend le *Thuyites expansus* Sternb., de Stonesfield, le *Thuyites robustus* Sap. (*Echinostrobus* Schimp.) d'Etrochey, le *Thuyites* (*Arthrotaxites* Ung.) *princeps* de Solenhofen, une forme nouvelle de l'Abergement (Ain), et enfin le *Thuyites elegans* Sap. (in Schimp. *Pal. veg.*) d'Armaille. Il existe de celui-ci, outre des rameaux entiers, un petit ramule terminé par un fruit jeune, des plus petits, et un fruit adulte isolé, mais reconnaissable; il est ovale-globuleux, long à peine de 1 centimètre, composé d'écailles en tête de clou, contiguës, rhomboïdales et irrégulièrement disposées, comme les feuilles. Je propose, pour ce genre, la dénomination de *Palæocyparis;* bien que distinct de tous ceux du monde actuel, il rappelle certain *Chamæcyparis* et particulièrement le *Ch. obtusa* Sieb. et Zucc., du Japon. 3° Un dernier type de Cupressinée se trouve représenté par un ramule à feuilles imbriquées et régulièrement décussées, surmonté d'un fruit quadrivalve; il prendra le nom de *Phyllostrobus*, parce que les écailles valvaires de ce fruit, au lieu d'être coriaces et épaisses comme celles des *Callitris* et des *Widdringtonia*, paraissent avoir eu une consistance mince et souple, à l'exemple des *Thuya* et des *Libocedrus*.

» Ainsi, les genres jurassiques ou plutôt oolithiques, dont je viens de déterminer les affinités par l'observation combinée des rameaux et des fruits, sont au nombre de huit, dont un représente les Walchiées, deux les Araucariées, deux les Séquoiées et trois les Cupressinées. De ces huit types, trois paraissent avoir survécu : ce sont les *Araucaria*, *Arthrotaxis* (*Echinostrobus*) et *Widdringtonia*. Il est digne de remarque que tous les trois sont actuellement relégués au sud de l'équateur, circonstance qui donne la mesure des changements survenus et de l'intérêt même qui s'attache à l'étude de l'ancienne végétation jurassique. »

EMBRYOGÉNIE. — *Premiers effets de la fécondation sur les œufs de poissons : sur l'origine et la signification du feuillet muqueux ou glandulaire chez les poissons osseux.* Note de **M. Ch. van Bambeke**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'histoire du développement des poissons osseux, malgré les savants travaux dont elle a été l'objet, présente encore de nombreuses lacunes, et les auteurs sont divisés même sur des questions fondamentales concernant l'embryogénie de ces Vertébrés. C'est ainsi, par exemple, que l'origine et la formation des divers feuillets embryonnaires, et notamment du feuillet

inférieur ou muqueux, sont très-imparfaitement connues. On peut réduire à deux principales les opinions émises sur ce point. D'après la première, celle de Lereboullet, à laquelle je rattache la manière de voir de Kupffer, il se forme sous le blastoderme proprement dit, c'est-à-dire sous la partie du disque qui se segmente, une couche reposant immédiatement sur le globe vitellin et distincte, par ses caractères physiques et son mode de développement, du blastoderme fragmenté; Lereboullet, qui donne à cette couche le nom de *feuillet muqueux*, ne l'a toutefois observée qu'à son origine, et il nous laisse ignorer la part qu'elle prend à la formation du tube digestif; le professeur Kupffer, de son côté, ne se prononce pas d'une manière parfaitement nette sur la destination de sa *zone nucléaire*, et ce n'est qu'avec doute qu'il considère cette zone comme pouvant donner naissance au feuillet blastodermique inférieur ou glandulaire. D'après la seconde opinion, mise en avant par le Dr Rieneck, opérant sous la direction du professeur Stricker, on trouve sur le plancher de la cavité de segmentation une rangée de grosses cellules issues du fractionnement proprement dit, et l'analogue de la couche récemment décrite par Peremeschko, Oellacher et Stricker dans l'œuf du poulet; cette rangée cellulaire se continue à la périphérie avec une double rangée de cellules semblables appartenant à la portion épaissie du blastoderme où se forme l'embryon. Cette double rangée cellulaire donne naissance aux feuillets moyen et muqueux, tandis que la rangée polaire ou centrale, qui correspond à l'endroit du futur sac vitellin, finit par disparaître. Les descriptions et les figures de Rieneck sont faites d'après des coupes d'œufs durcis de Truite.

» Nos propres observations sont aussi fondées sur l'étude de coupes microscopiques; mais, loin de confirmer les résultats de Rieneck, elles se rapprochent, au contraire, singulièrement de ceux obtenus par le professeur Kupffer et surtout par Lereboullet. Voici ce que nous apprend l'examen de coupes transparentes pratiquées dans le sens des méridiens de l'œuf arrivé à la fin de la segmentation : la calotte blastodermique se compose de deux parties parfaitement distinctes, une supérieure, représentée par les cellules issues du fractionnement du disque et qui entourent la cavité de segmentation; *les cellules qui constituent le fond de cette cavité présentent absolument les mêmes caractères que celles de la voûte;* l'autre partie de la calotte blastodermique est formée par une couche d'une forme et d'un aspect particuliers, qui ne prend point part au fraction-

nement; nous la désignerons, à cause de sa situation entre le blastoderme segmenté et le globe vitellin, sous le nom de *couche intermédiaire*. On peut distinguer, dans cette couche, une partie périphérique épaisse et une partie centrale mince. Sur les coupes méridionales de l'œuf, la partie périphérique épaisse (bourrelet périphérique) affecte une forme triangulaire et représente une sorte de coin enchâssé entre le globe vitellin et le disque segmenté. Prise dans son ensemble, la partie périphérique peut être considérée comme un prisme recourbé en anneau et reposant par une de ses faces sur le segment supérieur du globe vitellin; la face externe du prisme, celle qui regarde en dehors, est libre. La face supérieure reçoit la portion périphérique du germe segmenté. La partie centrale de la couche intermédiaire réunit les deux angles internes de l'anneau prismatique sous forme d'une mince lamelle séparant le germe segmenté du globe vitellaire. Cette lamelle intermédiaire se forme-t-elle d'emblée en même temps que la partie périphérique annulaire, ou bien s'étend-elle insensiblement de cette partie périphérique vers le centre? Je crois cette dernière supposition la plus probable, si je considère que, sur certains œufs appartenant aux stades les plus jeunes que j'ai eu l'occasion d'examiner, il m'a été impossible de découvrir, dans une certaine étendue de la zone polaire supérieure, aucune trace de la couche intermédiaire. Plus tard, la lamelle centrale est complète, *constitue le feuillet interne ou muqueux du blastoderme et accompagne ce dernier dans son développement autour du globe vitellin*. Mais la couche intermédiaire ne se distingue pas seulement par sa forme spéciale : elle présente aussi une structure caractéristique qui empêche, au premier aspect, de la confondre, soit avec les cellules du germe segmenté qui la recouvre, soit avec le vitellus nutritif sous-jacent. Elle se compose, en effet, d'un protoplasme à granulations nombreuses, plus volumineuses que celles qui sont renfermées dans les cellules issues de la segmentation, plus petites, au contraire, que celles qui sont contenues dans quelques vésicules du globe vitellin. Fréquemment les granulations se disposent de manière à former une zone plus foncée, plus compacte, parallèle au contour du globe vitellin; les parties en contact avec ce globe et l'angle externe du prisme sont plus pâles et moins riches en granulations. En outre, la partie épaissie de la couche intermédiaire renferme constamment un certain nombre de noyaux et de cellules. Ces éléments n'affectent en général aucune disposition régulière; cependant il m'a paru qu'ils sont plus nombreux dans la zone foncée dont il vient d'être question. Il m'a paru également que les noyaux se rencontrent surtout vers l'angle inférieur de l'anneau prismatique, et que les

cellules ne deviennent apparentes que dans le voisinage de la couche segmentée. Ceci, soit dit en passant, vient à l'appui des observations de Kupffer. Mais les noyaux, aussi bien que les cellules, diffèrent de ceux de cette dernière couche; ainsi les noyaux sont ovalaires plutôt qu'arrondis, à grosses granulations; les cellules d'un plus petit diamètre. Dans la partie centrale amincie, on découvre des noyaux semblables à ceux que renferme le bourrelet périphérique; plus tard, ces noyaux, devenus plus petits, semblent indiquer qu'à ce niveau les cellules se multiplient par division. Quelle est l'origine de la couche intermédiaire? Dans l'œuf des poissons aussi bien que dans celui des Batraciens, la vésicule germinatrice a disparu au moment de la ponte, et le noyau de la première sphère de segmentation est le résultat d'une véritable génération endogène; en d'autres termes, les éléments de la vésicule germinative et des taches germinatives ou nucléoles répandus momentanément dans le protoplasme de l'œuf se sont de nouveau séparés de ce protoplasme; l'œuf, qui était redevenu un cytode, reprend, sous l'influence de la fécondation, la forme cellulaire (1). Chez les Batraciens, les Leptocardiens, les Cyclostomes, les Esturgeons, la cellule nouvelle se segmente tout entière pour former le blastoderme. Le phénomène est un peu plus compliqué chez les poissons osseux; ici, le premier effet de la fécondation n'est pas le retour à la forme cellulaire, mais la séparation du *plasson*, pour nous servir de l'expression d'E. van Beneden, en deux parties distinctes : l'une supérieure, qui se segmente

---

(1) Voici ce que nous disions en note dans une traduction du premier chapitre de l'Ouvrage du professeur Stricker : *Handbuch der Lehre von den Geweben :* « Il est vrai, comme le dit le professeur Stricker : 1° que l'aspect du *nucleus* de l'œuf fécondé des Batraciens diffère de celui de la vésicule germinative de l'œuf non fécondé; 2° que jusqu'ici on n'a pu observer directement que le noyau de l'œuf fécondé se constitue aux dépens des éléments de la vésicule germinative. Nous croyons cependant qu'on n'émet pas une hypothèse hasardée en disant que le *nucleus* de l'œuf fécondé des Batraciens *n'est autre chose que le noyau primordial (vésicule germinative) plus ou moins modifié, et dont les éléments, un instant mêlés à la masse vitelline, sont venus se reconstituer dans l'hémisphère supérieure de l'œuf sous l'influence de la fécondation*. Ce qui s'observerait ici serait comparable à ce que l'on constate pour l'œuf d'une foule d'animaux inférieurs, où le protoplasme de la cellule-œuf, ou œuf primordial, mêlé un instant au vitellus proprement dit (Protoplasme d'E. van Beneden), se sépare de nouveau de ce dernier, aussi sous l'influence de la fécondation, pour aller former le blastoderme » (*Bulletin de la Société de Médecine de Gand*, 1869, p. 159). A cette époque n'avaient pas encore paru les remarquables *Recherches* d'E. van Beneden *sur l'évolution des Grégarines* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XXXI, 1871), qui fournissent, croyons-nous, un sérieux argument à la thèse que nous soutenons ici.

après la réapparition d'un noyau; l'autre inférieure, d'une dignité moindre, ne prenant aucune part au fractionnement et où certains éléments se différentient pour constituer probablement des nucléoles d'abord, puis des noyaux, autour desquels le protoplasme se délimite en donnant naissance à des cellules. Déjà Lereboullet avait parfaitement observé que le premier effet de la fécondation est la séparation du germe en deux groupes dont le supérieur seul segmente, et le professeur Kupffer a pu constater que les éléments de sa zone nucléaire ne descendent point du germe fragmenté.

» En résumé : 1° sous l'influence de la fécondation, le disque germinatif de l'œuf des poissons osseux se sépare en deux couches : une supérieure, moins riche en granulations vitellines, qui se segmente; une inférieure, très-chargée de granulations, ne prenant aucune part au fractionnement, et dans laquelle les cellules se développent par voie endogène;

» 2° La couche inférieure du disque germinatif fécondé, tout en ne participant pas à la segmentation, fait néanmoins partie du blastoderme; nous ne pouvons donc la comparer, à l'exemple de Lereboullet, au vitellus nutritif;

» 3° Cette *couche intermédiaire*, qui sépare le blastoderme fragmenté du globe vitellin, se compose d'un bourrelet périphérique plus épais et d'une partie centrale mince;

» 4° La couche intermédiaire accompagne le reste du blastoderme dans son développement autour du globe vitellin, sur lequel elle s'étale;

» 5° La *partie centrale mince est l'homologue du feuillet muqueux ou glandulaire.*

» Je ne puis encore me prononcer avec certitude sur le sens du bourrelet périphérique. »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Découverte d'un squelette humain de l'âge du renne, à Laugerie-Basse (Dordogne).* Note de **MM. E. Massenat, Ph. Lalande** et **Cartailhac**, présentée par M. de Quatrefages.

« Le gisement célèbre de Laugerie-Basse, presque en face de la station des Eysies, est constitué par un talus considérable le long de la Vezère, au pied des grands escarpements qui la dominent. Pendant 500 mètres environ, ce talus, élevé de 12 mètres en moyenne au-dessus du lit actuel de la rivière, présente d'innombrables traces du long séjour de l'homme. Mais sur les points nombreux qui n'ont pas été abrités par le surplomb des rochers et là où des sources ont entretenu une trop grande humidité, les ossements

sont à peu près pourris, et les dents et les silex seuls attestent la richesse des foyers, que décèle aussi la coloration toute spéciale des terres.

» Dans l'endroit le mieux préservé de cette immense station, MM. Lartet et Christy et le marquis de Vibraye avaient exécuté jadis, on le sait, des fouilles fructueuses. Depuis six années, un de nous, M. Massenat, poursuit sans se lasser des recherches lentes, mais complètes.

» A partir de l'époque du renne, l'homme a toujours vécu sous ces débris majestueux, mais la principale partie du talus s'est formée pendant la période paléolithique. Malgré des nivellements plus ou moins récents de la surface, des vestiges de ces occupations successives se montrent çà et là : par exemple, ce sont les traces de l'âge du bronze, avec des résidus de creuset et de charmants petits vases en poterie noire très-fine, ornés de dessins géométriques, identiques à quelques-uns de ceux du lac du Bourget; ailleurs, c'est un foyer de l'âge de la pierre polie, avec ses ossements d'animaux actuels, ses lissoirs et poinçons en os, ses haches et surtout ses poteries grossières.

» La poterie, nous saisissons l'occasion de le dire, n'a jamais été trouvée par nous dans les couches franchement intactes de l'âge du renne. Elle accompagne constamment, au contraire, les ossements d'animaux domestiques. Elle est l'œuvre des populations de l'âge de la pierre polie, et sa présence dans un gisement quaternaire est pour nous un signe certain de remaniement; car, il faut le dire, sans songer encore aux conséquences possibles, un abîme trop peu remarqué sépare les civilisations de l'âge de la pierre taillée et de l'âge de la pierre polie; elles n'ont aucun point de contact dans nos pays.

» Les couches quaternaires de l'âge du renne affleurent donc à la surface du talus de Laugerie-Basse. Les fouilles n'offrent pas d'abord de difficultés; les objets les plus beaux, les plus remarquables sculptures et représentations d'animaux ont été trouvés dans ces foyers supérieurs; mais l'explorateur rencontre bientôt des rochers, souvent énormes, détachés de la voûte de l'excavation ou du sommet de l'escarpement. Il doit chercher un passage dans les interstices de ces blocs, qui, par la force de leur chute, se sont enfouis dans les cendres et les terres des foyers inférieurs. Les fouilles sont pénibles dans ces galeries souterraines; elles sont dangereuses, difficiles et demandent des mains exercées.

» On peut descendre ainsi, comme l'a fait sur plusieurs points M. Massenat, jusqu'au niveau actuel des plus grandes crues de la Vezère, sans sortir des foyers de l'âge du renne; d'où l'on doit tirer cette consé-

quence, que la vallée était déjà à cette époque dans son état actuel. Il ne paraît pas que la rivière ait recouvert ni remanié les foyers inférieurs; tandis que, dans la grotte du Moustier, à quelques kilomètres en amont et *à 24 mètres* au-dessus du lit actuel, la couche archéologique, renfermant des silex semblables à ceux de Saint-Acheul et les ossements d'une faune antérieure au grand développement du renne, se trouve divisée en deux, par un lit de sable dont la nature et la position démontrent qu'il a été déposé par les eaux.

» Les sauvages de l'âge du renne proprement dit se sont donc installés, à un moment donné, au bord de l'eau, sous les grands abris de Laugerie, et c'est alors que des éboulements considérables se sont produits à des intervalles de temps à coup sûr fort longs. C'est au moins la conviction des personnes qui examinent la puissance des couches ossifères. Les sauvages ont, après chaque chute de rochers, repris possession du sol exhaussé; ils n'ont pas cherché à le niveler, et ils ont, au contraire, profité des intervalles des blocs pour y rallumer leurs feux.

» Une fois au moins, nous venons de le constater, un des leurs fut victime de l'éboulement.

» Au dessous d'une bergerie que l'on remarque sur le talus, dans la direction de la gorge d'enfer et derrière elle, une assise assez superficielle de $1^m,25$ d'épaisseur avait été soigneusement exploitée. Parmi les objets qu'elle avait livrés, silex, os et bois de renne travaillés, nous signalerons : 1° deux charmantes gravures : l'une, sur os, est un jeune renne lancé au galop; l'autre est une tête de cheval, sur bois de renne; 2° trois sculptures en bois de renne : une ébauche de lièvre très-reconnaissable, une tête de renne avec ses bois, un animal aux allures félines fort curieux. Cette couche reposait sur une série de blocs; quelques-uns avaient 5 mètres de longueur et 2 de largeur et d'épaisseur; pour parvenir au-dessous d'eux, il fallut reprendre les fouilles à une certaine distance et faire une étroite galerie; pendant ce travail, on n'a pas cessé de recueillir des ossements et bois de rennes, et de nombreux silex taillés.

» Quand cette galerie est arrivée sous les grands rochers indiqués plus haut, nous avons constaté qu'ils recouvraient une couche de $1^m,20$ d'épaisseur, très-riche en objets et dans laquelle on remarquait des lits de terre brûlée et de charbons. L'horizontalité de ces couches avait été dérangée par le choc et le poids des rochers; mais c'est encore au-dessous d'elles que nous avons découvert un squelette humain.

» La tête était au nord-est du côté de la Vézère, les pieds au sud-ouest

vers le rocher. Il était allongé sur le côté et tout à fait accroupi; la main gauche sous le pariétal gauche, la droite sur le cou; les coudes touchant à peu près les genoux, un pied rapproché du bassin. Les os étaient presque en place; il y avait eu à peine un très-léger tassement des terres; mais la colonne vertébrale était écrasée par l'angle d'un gros bloc, et le bassin était brisé.

» Nous avons pensé que nous avions devant nous les restes d'une victime de l'éboulement sans aucun doute. Elle avait été renversée sur le foyer et s'était en vain repliée pour éviter la chute des rochers; mais finalement ceux-ci et la terre qui accompagne toujours un éboulement l'avaient enseve-lie. Nous ne pouvons admettre que l'on puisse ici parler de sépulture; trop souvent on a cru à des sépultures quaternaires (1); dans le cas qui nous occupe, nous ne pouvons accepter que notre explication.

» Nous avons étudié avec une attention scrupuleuse la situation des objets qui accompagnaient le squelette. Nous avons trouvé une vingtaine de coquilles. D'après la détermination qu'a bien voulu faire M. G. de Mortillet, elles appartiennent à deux espèces différentes : ce sont les deux plus grosses porcelaines de la Méditerranée, *Cypræa pyrum* (Gmel.) ou *rufa* (Lam.) et *Cypræa lurida* (Lin.). Ce qu'il y a d'intéressant, c'est qu'elles étaient disséminées par couple sur le corps : deux couples sur le front, un près de chaque humérus, quatre dans la région des genoux, deux sur chaque pied. Il faut donc écarter l'idée d'un collier ou de bracelets. Ces porcelaines, qui étaient percées par une entaille, devaient orner un vêtement.

» Nous décrirons plus tard le squelette lui-même. Aujourd'hui nous avons voulu seulement signaler à l'Académie cette découverte et les circonstances qui permettent d'apprécier son importance. Situé à près de 3 mètres au-dessous de la surface des foyers de l'époque du renne, au-dessous d'une assise de rochers qui pendant toute cette période quaternaire avaient soustrait à toute atteinte ce qu'ils recouvraient, son âge ne peut être un seul instant douteux; en cela il se distingue de la plupart des squelettes humains plus ou moins entiers que l'on regarde comme quaternaires et que l'âge de la pierre polie peut sans doute revendiquer. »

---

(1) *Voir* la Note : *Sur la grotte d'Aurignac*, par MM. Cartailhac et Trutat (*Comptes rendus*, 31 juillet 1871).

GÉOGRAPHIE. — *De l'enseignement de la géographie dans nos écoles primaires.* Note de M. P. de Rouville.

« Qui ne reconnaît aujourd'hui l'importance de la géographie? Qui ne rougit de notre ignorance? Qui ne voudrait la conjurer? Le gouvernement s'en préoccupe, des commissions s'organisent, divers moyens sont proposés. Il en est un laissé dans l'ombre : c'est l'enseignement de la géographie dans nos écoles par la connaissance de la géographie de la commune.

» Toute chose, pour être apprise, doit provoquer l'intérêt de ceux auxquels elle s'adresse. Or un grand nombre de peuples sont appelés à émigrer dans des régions lointaines, soit pour satisfaire leurs nécessités commerciales, soit pour trouver les moyens de vivre, que la pauvreté de leur sol leur refuse. La géographie ne saurait leur rester indifférente : les émigrants veulent savoir où ils trouveront ce qu'ils cherchent; leurs familles, qui demeurent, veulent les suivre de la pensée. A cause de notre situation continentale et de la richesse de notre sol, nous vivons sur place et n'émigrons pas : de là notre regrettable mais instinctive insouciance pour les notions géographiques.

» L'heure est venue de la secouer. Comment? En refaisant notre éducation par l'enfance et l'école. Par quelle méthode? Par l'application, à des notions plus générales, de notions spéciales et locales que l'enfant possède sans les avoir apprises et sans en avoir conscience.

» L'enfant de nos communes rurales (et c'est le plus grand nombre) se trouve en quelque sorte, par la pauvreté de son hameau, l'éloignement de l'école et de l'église, et aussi par son humeur vagabonde, dans la condition de l'émigrant qui doit aller plus ou moins loin chercher des ressources pour ses besoins de tous les jours; ses jeux l'entraînent, loin du foyer, sur le bord des ruisseaux, où la pêche l'attire; par monts et par vaux, pour dénicher les nids. Il n'est, par le fait, étranger à aucun des éléments de géographie physique que la géographie a mission de lui enseigner; seulement il est, par l'enseignement ordinaire, transporté trop brusquement dans des régions trop spacieuses ou trop lointaines. Le maintenir dans son horizon familier, lui faire raisonner toutes les sensations perçues par tous ses sens à la fois, lui faire toucher du doigt chacun des objets du dehors correspondant à chacune d'elles, ne serait-ce pas procéder plus logiquement et bénéficier, pour son plus grand profit, du principe si fécond qui veut que l'on procède du connu à l'inconnu?

» A cet effet, on recommande à l'attention des corps constitués les propositions suivantes, que l'on se contente d'énoncer :

» 1° Toute école du département sera pourvue d'une carte communale. Pour cela, il sera fait par l'instituteur un calque de la carte d'assemblage du cadastre de la commune. Cette carte sera tenue très-exactement au courant des modifications survenues dans la commune depuis l'exécution du cadastre, dans les chemins et les constructions, sur le bord des chemins ou en pleine campagne. 2° L'instituteur sera invité à déduire de l'inspection et de l'étude de la carte communale toutes les notions générales de la géographie, pour laquelle ladite carte fournira un exemple local : différentes inégalités (collines, coteaux, plaines, montagnes, versants, partage des eaux); cours d'eaux (affluents, rives); situation de la maison de la classe dans les rues du village; situation du village dans la commune par rapport aux hameaux, etc. Toute commune étant susceptible de fournir la notion de régions naturelles spéciales, la carte pourra, à l'aide de couleurs le plus possible conformes aux couleurs naturelles du sol, reproduire les parties du sol correspondant à chacune de ces régions (sol cultivable, alluvion). Toute commune fournissant des matériaux naturels utilisés pour certaines destinations, pierres à bâtir, sables, graviers, minerais, etc., l'indication en sera portée avec soin sur la carte. L'instituteur s'élèvera facilement à la notion des plantes cultivées ou naturelles qui croissent de préférence sur chaque sol, et des conditions de sol qui forment les régions naturelles. A la notion de communes, succéderont progressivement les notions de canton, d'arrondissement, de département et de patrie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lueurs polaires observées à Paris dans la soirée du 10 avril.* Note de M. **Chapelas**.

« En général, on pourrait même dire toujours, les phénomènes atmosphériques s'annoncent par quelques signes précurseurs particuliers ; c'est ainsi que les lueurs polaires de la soirée du 10 avril nous étaient annoncées par l'état singulier de l'atmosphère dans la journée.

» En effet, nos registres météorologiques constataient, dès le matin, une brume épaisse autour de l'horizon, qui, s'étendant toujours, couvrait entièrement le ciel et devenait d'une densité telle qu'en plein midi on pouvait, sans être incommodé, considérer fixement le Soleil. Cette brume, sans aucune humidité, légèrement piquante aux yeux, était comme une espèce de brouillard sec. Dès le matin, le vent avait sauté brusquement du

nord au sud, et, depuis la veille, le baromètre, assez élevé, restait stationnaire.

» Le soir, vers $8^h 30^m$, ces vapeurs, ramenées dans des régions plus basses, le courant ascendant n'existant plus, enveloppaient encore l'horizon de Paris, et présentaient au nord toutes les apparences d'une aurore boréale naissante; car ces vapeurs, illuminées par les lumières de la ville, donnaient au ciel une teinte rougeâtre; mais bientôt le phénomène fut modifié.

» $9^h 15^m$. Les vapeurs ont disparu, de véritables nébulosités polaires paraissent, prenant par moment une teinte rouge très-foncée.

» $9^h 25^m$. Un joli rayon d'un beau blanc d'argent s'élève vers le zénith, dépassant la constellation de Cassiopée, ayant ainsi une longueur de près de 40 degrés; mais ce rayon ne persiste pas, il s'efface peu à peu, et les amas diffus de vapeurs rouges reparaissent de nouveau.

» $9^h 30^m$. Ces plaques rouges deviennent verdâtres et s'étendent depuis α de Céphée jusques au delà des pieds de Persée, soit en amplitude 60 degrés.

» $9^h 35^m$. De ces nébulosités, s'échappent tout à coup plusieurs beaux rayons alternativement blancs, rouges et verts. L'aurore, à ce moment, semble s'étendre un peu vers l'est; mais, comme si ces rayons étaient contrariés par les courants du sud qui règnent alors, ils ne prennent ni extension ni intensité, et disparaissent bientôt pour rendre à cette partie du ciel une teinte verdâtre assez uniforme.

» $9^h 45^m$. Le phénomène a disparu; le ciel a repris sa nuance normale. Comme toujours, il existait à l'horizon nord une bande de cirrho-stratus très-légers et nullement éclairés par les lumières de l'aurore; ce qui prouve une fois de plus, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que ce phénomène se passe dans des régions supérieures à celle des cirrhus ou nuages les plus élevés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De la prévision des aurores magnétiques à l'aide des courants terrestres; application à l'aurore du 10 avril par M. Sureau.* Note de **M. Tarry**, présentée par M. Le Verrier.

« Les aurores boréales ou magnétiques étant des phénomènes périodiques qui paraissent être en connexion intime avec l'activité des mouvements de l'atmosphère solaire et avec l'activité du magnétisme terrestre, on s'est demandé si l'observation des taches et protubérances solaires, et celle des courants terrestres qui traversent les fils télégraphiques, ne pour-

raient pas servir d'avant-coureurs permettant d'annoncer à l'avance l'apparition des aurores, de même que la descente du baromètre et les perturbations de l'aiguille aimantée permettent de prévoir l'approche des bourrasques et des cyclones.

» A Palerme, ainsi qu'on l'a déjà fait connaître à l'Académie, l'apparition des aurores magnétiques a pu être en quelque sorte prédite, d'après l'aspect que le Soleil présentait dans la journée (1), par un habile observateur, familiarisé avec les études de spectroscopie céleste; mais, d'une part, il ne peut être donné qu'à quelques astronomes, s'astreignant à faire chaque jour des observations très-délicates, d'arriver à ce résultat; et, d'autre part, la relation qui relie ces deux phénomènes est plutôt connue dans son ensemble que dans ses détails, ce qui ne permettrait pas, dans l'état actuel de la science, d'arriver à la précision désirable.

» Les courants terrestres qui se produisent dans les fils télégraphiques précédant, au contraire, en général, de quelques heures l'apparition des aurores, il semble qu'on ait là un moyen beaucoup plus précis et plus facile d'annoncer à l'avance les aurores magnétiques.

» C'est ce qu'a parfaitement compris et mis en pratique avec succès le Directeur du Bureau télégraphique de Brest, M. Sureau, qui a déjà fait connaître à l'Académie des Sciences les intéressantes observations auxquelles ont donné lieu, sous ce rapport, les aurores magnétiques des 9 novembre 1871 et 4 février 1872 (2).

» La station de Brest, où le câble transatlantique se réunit au fil télégraphique qui joint Paris à l'extrémité ouest du réseau français, est d'ailleurs placée d'une manière exceptionnelle pour donner de pareils avertissements. En effet, les courants terrestres qui se produisent dans les fils télégraphiques à l'approche des aurores magnétiques paraissent surtout dirigés de l'ouest à l'est, et ils sont plus énergiques sur les lignes longues que sur les lignes courtes.

» Le 4 février dernier, les courants continus dans les fils télégraphiques s'étaient produits à Brest dès $2^h 30^m$, et, à 3 heures du soir, toute communication entre cette station et Paris était complétement interceptée. On sait combien a été belle l'aurore qui a suivi.

» Le 10 avril, les mêmes courants continus ont été observés *simultanément* en France et en Amérique dès $1^h 30^m$ du soir. A Saint-Pierre-Miquelon,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 741.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1232, et t. LXXIV, p. 484, 540.

on constatait la presence de courants *très-forts* dans le câble transatlantique, et sur le fil de Brest à Paris on observait un courant *continu* donnant au galvanomètre une déviation de 3 à 5 degrés qui, à 2 heures, atteignait 10 degrés.

» A 5 heures du soir, M. Sureau m'adressa un télégramme qui a été transmis (tardivement) à l'Observatoire de Paris, pour m'informer de ce qu'il observait et m'avertir qu'il y aurait une aurore le soir. Une absence m'empêcha de profiter de l'avertissement; mais s'il existait en France une association d'observateurs attentifs à noter les circonstances lumineuses, magnétiques et spectroscopiques des aurores, de même qu'il existe en Italie une association pour l'observation des phénomènes qui se produisent dans l'atmosphère solaire, les membres de cette association eussent pu être prévenus à temps, et l'aurore qui a été aperçue dans la nuit du 10 au 11 à Thursö, Hernosand, Stockolm et Brest eût pu l'être dans un beaucoup plus grand nombre de stations. C'est un fait qu'il est utile de constater.

» Voici maintenant le détail des observations recueillies à Brest par M. Sureau.

» Dans le câble transatlantique, des courants faibles se produisent de $1^h 30^m$ à 8 heures du soir, le 10 avril. A $8^h 10^m$ le *spot* (nom donné au signal lumineux) oscille et dépasse l'écran qui réfléchit le signal du miroir; le travail devient impossible par intervalles jusqu'à $10^h 5^m$. A partir de ce moment l'interruption devient absolue et se continue jusqu'à $4^h 45^m$ du matin le 11 avril; un faible courant terrestre continue ensuite à subsister pendant une partie de la journée.

» Sur les fils aériens, les courants terrestres se font sentir pour toutes les lignes orientées de l'ouest à l'est : de Brest à Paris, Rennes, le Havre, Saint-Brieuc; sur les autres lignes perpendiculaires à cette direction, l'influence est à peine appréciable.

» Ces courants ont duré de $1^h 30^m$ du soir le 10 jusqu'à $12^h 40^m$ du matin le 12. Pendant tout cet intervalle, les courants ont suivi la même direction de l'ouest à l'est, sans retour inverse. Ils étaient constamment négatifs, sauf à deux ou trois moments. L'intensité, beaucoup moindre qu'au 4 février, correspondait au galvanomètre à une déviation moyenne de 10 degrés.

» Le maximum n'a pas dépassé 20 degrés : il s'est produit le 10 de $5^h 30^m$ à $6^h 10^m$ du soir, intervalle pendant lequel a eu lieu également le courant positif le plus remarquable. C'est la seule fois d'ailleurs qu'il s'est produit une oscillation rapide; on n'a pas observé non plus les ondulations

magnétiques progressives et régulières qui avaient été remarquées pendant les aurores des 9 novembre 1871 et 4 février 1872.

» Ainsi, courants faibles, permanents, et persistant dans le même sens avec une durée très-prolongée (trente-cinq heures), tels sont, d'après M. Sureau, les caractères généraux de cette perturbation magnétique.

» Les phénomènes lumineux ont été les suivants :

» C'est seulement vers 8 heures du soir, le 10 avril, que l'observateur *prévenu* a pu distinguer l'existence de l'aurore, car le crépuscule s'est prolongé assez longtemps, et la lune éclairait aussi cette partie du ciel. A $8^h 15^m$, une lumière aurorale blanchâtre s'accentue au nord-ouest, et devient rapidement d'un blanc vif au nord et au nord-est. A $8^h 45^m$, le ciel s'empourpre au nord-ouest, tandis qu'au nord et au nord-est il est brillamment éclairé par une lumière blanche s'élevant jusqu'à 25 ou 30 degrés.

» A $8^h 55^m$, de légères fusées rougeâtres se montrent au nord-ouest, et, à peu près simultanément, des rayons blancs au nord-est. Ces rayons sont inclinés en éventail, mais avec un vide au milieu; il y a pour ainsi dire deux foyers: l'un au nord-ouest, émettant des rayons rouges et jaunâtres; l'autre au nord-est, émettant des rayons blancs. Ce phénomène se reproduit presque continuellement jusqu'à $11^h 35^m$ du soir.

» Le nombre des rayons est de trois ou quatre à chaque foyer; ils sont inégaux et fugitifs; les bandes sont parfois noyées à leur base et ne paraissent que tronquées. Les rayons blancs ont un éclat parfois assez vif, mais de courte durée; les rayons colorés ont de légères nuances changeant du jaune au pourpre; le rouge d'incendie habituel ne se produit que très-rarement au nord-ouest.

» En résumé, aurore visible de 8 heures du soir à minuit, à Brest; peu brillante, mais avec de nombreux rayons et deux centres distincts d'émanation; à minuit 20 minutes les dernières traces du phénomène ont disparu.

» Notons enfin qu'au 10 avril, comme au 4 février, aucune bourrasque, aucun cyclone n'a précédé, accompagné ou suivi l'apparition dans nos régions de l'aurore magnétique; la situation atmosphérique de l'Europe centrale présentait au contraire un ensemble de fortes pressions barométriques, et dans les deux cas le phénomène a été suivi d'une série de beau temps exceptionnelle. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur les aurores boréales en général, à propos de l'aurore du 4 février dernier.* Extrait d'une Lettre de **M. Heis**, de Munster, en date du 6 avril 1872.

« M. Heis a lu dans les *Comptes rendus*, avec le plus vif intérêt, les nombreux détails qui y ont été consignés sur la brillante aurore du 4 février. Il annonce que cette aurore a été observée avec soin à Münster et généralement en Allemagne. On s'est attaché partout à déterminer exactement la position du point de convergence des rayons (*Wochenschrift*, n°s 7, 8, 9 et 11). A Münster, chaque aurore boréale est observée avec soin ; les détails sont suivis et notés de minute en minute. Afin de déterminer la hauteur ou la parallaxe de ces apparitions, le Dr Heis s'est entendu avec un certain nombre d'observateurs plus ou moins éloignés, qui s'attachent à reporter sur une carte les rayons les plus remarquables, en ayant soin de noter l'heure. On a obtenu de cette manière des résultats fort intéressants. Toutefois, M. Heis s'est assuré, par la discussion de ces données, qu'une distance de 32 kilomètres entre les stations n'est pas suffisante pour faire ressortir une parallaxe sensible dans la position des rayons auroraux.

» Le savant professeur a inséré dans sa Lettre un tableau destiné à mettre en évidence la simultanéité des aurores boréales et australes sur les deux hémisphères, ainsi que des perturbations magnétiques qui les accompagnent. Il s'est appuyé sur des documents qu'il a obtenus de son collaborateur, M. Mœrlin, assistant à l'Observatoire astronomique et physique de Melbourne, en Australie (long., $9^h 30^m 34^s$ E.; lat., $-37°49'55''$).

SIMULTANÉITÉ DES AURORES AUSTRALES ET BORÉALES ET DES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES.

1870.

Hémisphère boréal.	*Hémisphère austral.*
Janvier, 3, 4. Perturbations magnétiques à Rome.	Janvier, 3, 4. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Janvier, 3. Aurore boréale en Angleterre, France, Italie.	
Janvier, 4. Aurore boréale à Wisbech (Angleterre).	
Janvier, 8. Aurore boréale à Oxford, Liverpool, Cockermouth et North-Shields.	Janvier, 8. Aurore australe à Adelaïde.
Février, 1. Aurore boréale à Münster, Munich, Upsala ($5^h 50^m$ — 13^h), Königsberg, Pétersbourg, Stockholm, Cracovie, Calais, Paris, Londres, Easbourne, Wisbech, Boston.	Février, 1. Aurore australe, $7^h 50^m$, à Melbourne.
Février, 11. Aurore boréale à Upsala (en Angleterre), York, Hausher, North-Shields.	Février, 11. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Mars, 22. Perturbations magnétiques à Rome, Aarbor, en Angleterre (Little-Wratting), Stonyhurst, York.	Mars, 21. Perturbations magnétiques à Melbourne.

Avril, 5. Aurore boréale en Allemagne (Münster, Bonn, Stettin, Preslin, Munich); en Autriche, en France (Paris), Pétersbourg, Riga, Stockholm, Upsala, Italie, Athènes.	Avril, 5. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques. — L'aurore commença à 7 heures et dura toute la nuit. Le phénomène était très-brillant.
Avril, 23. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore à Papenbourg.	Avril, 23. Perturbations magnétiques.
Mai, 20. Perturbations magnétiques à Rome et Munich. Brillante aurore boréale à Münster, Mannheim, Paris, Londres.	Mai, 20. Aurore australe à Melbourne, mais faible. Perturbations magnétiques.
Juin, 13, 14, 16 et 17. Perturbations magnétiques à Rome (1).	Juin, 13, 14, 16 et 17. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Juillet, 5, 28. Perturbations magnétiques à Rome.	Juillet, 5, 28. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Août, 21. Aurore boréale à Volpeglino, près Tortona (en Italie).	Août, 22. Aurore australe à Melbourne.
Août, 3. Perturbations magnétiques à Rome.	Août, 3. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Août, 7. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Upsala.	Août, 7. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Août, 19. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Münster et Dülmen.	Août, 19. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Août, 20. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Münster, Groningen, Leipzig, Upsala, OEsel.	Août, 20. Perturbations magnétiques à Melbourne.
	Août, 21. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Août, 21. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Volpeglino, près Tortona.	Août, 22. Aurore australe à Melbourne.
Août, 23. Perturbations magnétiques à Rome.	Août, 23. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Septembre, 21. Aurore boréale à Hambourg, Norbourg, Lichtenberg, Schleswig, Upsala, Arnsburg.	Septembre, 21. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques.
Septembre, 24. Dülmen, Peckeloh, Niederorschel, Weisenheim, Wolgast, Dantzig, Groningen, Norburg, Eger, Prag, Kremsmünster, Vienne, Stockholm, Moncalieri, Hawkhurst, Londres. Perturbations magnétiques à Kremsmünster et Rome.	Septembre, 24. Aurore australe à Melbourne à 9 heures, brillant à 11 heures. Perturbations magnétiques.
Septembre, 25. Aurore boréale à Dülmen, Dantzig, Peckeloh, Weisenheim, Arnsburg, Schleswig, Hambourg, Upsala.	Septembre, 25. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques.
Septembre, 26. Aurore boréale à Lichtenberg (près Berlin), Weisenheim, Upsala, Glasgow.	Septembre, 26. Perturbations magnétiques à Melbourne.

(1) *Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano*, n° 7, vol. X.

Septembre, 30. Aurore boréale à Lichtenberg, Upsala.	Septembre, 30. Aurore australe à Melbourne.
Octobre, 20. Aurore boréale en Angleterre.	Octobre, 20. Aurore australe à Melbourne.
Octobre, 21. Aurore boréale en Westphalie et en Angleterre.	
Octobre, 25. Brillante aurore boréale en plusieurs lieux d'Allemagne, de France, de la Russie, de la Suède, d'Angleterre, d'Italie (voir *Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del collegio Carlo-Alberto in Moncalieri*), de la Grèce et de la Turquie.	Octobre, 25. Aurore australe à Melbourne. — Le ciel était presque couvert. Direction sud-ouest et sud-est.
Octobre, 26. Aurore boréale à Hambourg, Lichtenberg.	Octobre, 26. Brillante aurore australe après minuit.
Octobre, 1. Aurore boréale en Westphalie, Angleterre, Upsala. Perturbations magnétiques à Rome.	Octobre, 1. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Octobre, 15. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Upsala.	Octobre, 15. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Octobre, 24. Perturbations magnétiques très-fortes à Rome. Aurore boréale brillante en Allemagne, Russie, Angleterre, Turquie, Grèce, Sicile.	Octobre, 24. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Novembre, 8. Aurore boréale au *soir* à Schleswig ($9^h 15^m$ ouest de Melbourne). Perturbations magnétiques à Rome.	Novembre, 9. Aurore australe magnifique après minuit jusqu'au point du jour à Melbourne.
Novembre, 14, 17 et 18. Aurore boréale en Angleterre.	Novembre, 15, 17, 18. Aurore australe à Melbourne.
Novembre, 19. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Münster, Peckeloh, Niederorschel, Schleswig, Upsala, Angleterre.	Novembre, 19. Aurore australe à $9^h 20^m$, pendant tout le soir.
Novembre, 20. Perturbations magnétiques à Rome.	Novembre, 20. Aurore australe à Melbourne.
Novembre, 22. Perturbations magnétiques à Rome; aurore boréale en Angleterre.	Novembre, 22. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Novembre, 23. Aurore boréale en Angleterre.	Novembre, 23. Aurore australe à Melbourne.
Novembre, 24. Aurore boréale à Upsala. Perturbations magnétiques à Rome.	Novembre, 24. Aurore australe à Melbourne.
Novembre, 25. Aurore boréale en Angleterre. Perturbations magnétiques à Rome.	Novembre, 25. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Novembre, 27. Aurore boréale à Brünn.	Novembre, 27. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Décembre, 16. Aurore boréale en Westphalie, à Keitum et en Angleterre.	Décembre, 16. Aurore australe à Melbourne tout le soir, jusqu'à 2 heures du matin à Melbourne.
Décembre, 17. Aurore boréale à Münster, Putbus, Schleswig, Breslau, Keitum et en Angleterre.	Décembre, 17. Aurore australe tout le soir.
Décembre, 22. Aurore boréale à Schleswig.	Décembre, 22. Perturbations magnétiques à Melbourne.

1871.

Janvier, 3. Aurore boréale en Amérique septentrionale. Perturbations magnétiques à Rome.	Janvier, 3. Aurore australe à Melbourne, tout le soir.
Janvier, 4. Aurore boréale à Upsala.	Janvier, 4. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Janvier, 13. Aurore boréale à Münster, Breslau, Londres, Schleswig, Cologne, en Amérique septentrionale. Perturbations magnétiques à Rome.	Janvier, 13 (11 heures). Aurore australe à Melbourne.
Janvier, 6, 10. Aurore boréale en Amérique septentrionale.	Janvier, 6, 10. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Janvier, 15. Aurore boréale à Lovania et en Amérique septentrionale.	Janvier, 15. Aurore australe à Melbourne.
Janvier, 20. Aurore boréale en Amérique septentrionale.	Janvier, 20. Aurore australe à Melbourne.
Janvier, 19. Aurore boréale à Thursö (Norwége).	
Janvier, 21. Perturbations magnétiques à Rome.	Janvier, 21. Aurore australe à Melbourne.
Février, 4. Perturbations magnétiques à Rome.	Février, 4. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Février, 9. Perturbations magnétiques à Rome. Aurore boréale à Upsala.	Février, 9. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Février, 11. Aurore boréale en Westphalie, à Dorspat-Wolgast, Emden, Keitum, Putbus, en Angleterre, à Upsala.	
Février, 12. Aurore boréale à Münster, Putbus, Cöslin, Breslau, Moncalieri, Rome, Florence, Volpeglino, Modena, Upsala, Angleterre, Amérique septentrionale.	Février, 12. Aurore australe à Melbourne.
Février, 13. Perturbations magnétiques à Rome, Moncalieri. Aurore boréale à Rome (3 heures du matin), Hernosand, Upsala, Amérique septentrionale, Angleterre.	Février, 13. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Mars, 23. Aurore boréale en Westphalie, Wolgast, à Upsala, Clèves, Thursö. Perturbations magnétiques très-fortes à Rome.	Mars, 23. Magnifique aurore australe vue en plusieurs lieux d'Australie, Melbourne, Cidrey, Hobart-Town. Perturbations magnétiques très-fortes.
Avril, 1. Aurore boréale à Clèves.	Avril, 2. Perturbations magnétiques à Melbourne.
Avril, 11. Aurore boréale en Westphalie.	Avril, 12. Aurore australe très-claire ($5^h 6^m$ du matin). Perturbations magnétiques très-fortes depuis deux jours.
Avril, 9 et 10. Aurore boréale en Allemagne et en Italie. Les 9, 10 et 11, perturbations magnétiques à Rome.	

Avril, 17. Magnifique aurore boréale à Stettin toute la nuit et sur l'île Oesel (Russie). Le 18, aurore à Florence, Moncalieri, Palerme, Flensburg, Stettin, Cöslin, Breslau, Leipzig, Upsala, en Angleterre. Perturbations magnétiques à Rome, 17 et 18 avril.	Avril, 17. Aurore australe à 10 heures du soir, magnifique. Perturbation forte le 17, à $6^h 11^m$; le 18, à 4 heures du matin et 7 heures du soir, et le 19 à $2^h 10^m$ du matin. Avril, 19. Aurore australe à Melbourne, $4^h 30^m$ du matin.
Avril, 24 et 25. Aurore boréale à Oesel et Upsala. Perturbations magnétiques très-fortes à Rome, 24 avril.	Avril, 25. Aurore australe à Melbourne, 5 heures du matin et $11^h 30^m$ du soir. Perturbations magnétiques les 24 et 25 avril.
Avril, 29. Aurore boréale à Upsala. Perturbations magnétiques à Rome, 28 et 29 avril.	Avril, 29. Aurore australe à Melbourne. Perturbations magnétiques.
Mai, 8. Aurore boréale à Londres.	Mai, 8. Aurore australe à Melbourne.
Juin, 27. Aurore boréale à Oxford.	Juin, 27. Grande perturbation magnétique à Melbourne.
Juillet, 15. Aurore boréale à Moncalieri.	Juillet, 15. Perturbations magnétiques à Melbourne.

M. **Linder** adresse à l'Académie une Note relative à la théorie des aurores polaires.

L'auteur arrive à cette conclusion, que les aurores polaires sont des phénomènes électro-magnétiques, dont le siége principal se trouve dans les régions supérieures de l'atmosphère terrestre, et qui sont, pour ainsi dire, continus.

M. L. **Decharme** adresse un complément à sa Note précédente, sur le mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires.

M. **Sacc** adresse, par l'entremise de M. Balard, une Note relative aux divers principes contenus dans les olives mûres.

M. C. **Alban** adresse une Note contenant les résultats d'observations microscopiques sur la précipitation des métaux les uns par les autres.

L'auteur est conduit aux deux conclusions suivantes : 1° toutes les fois qu'un métal est précipité de ses solutions salines par un autre métal, le métal précipité affecte une forme arborescente microscopique, distincte pour chaque métal ; 2° toutes les fois que l'on fait cristalliser un sel, dans des circonstances appropriées, la cristallisation affecte une forme arborescente microscopique, différente pour chaque sel.

M. **Baudet** adresse une Note relative au germe des ferments, des cryptogames, et à leur fécondation.

M. **Ch. Pigeon** adresse une Note concernant l'influence de la combustion du sang dans les capillaires, sur sa pénétration et sa circulation dans le système veineux.

M. **Brachet** adresse une Note sur l'application du chemin de fer mû par des moteurs hydrauliques au transport des voyageurs et des marchandises dans le tunnel de la Manche.

M. **Larrey** présente à l'Académie un ouvrage imprimé en anglais, et portant pour titre : *Rapport sur les baraques et les hôpitaux, avec la description des postes militaires* (*aux États-Unis*). Cet ouvrage, contenant des plans topographiques, a été publié par le département de la Guerre, aux États-Unis d'Amérique, et adressé par M. le chirurgien général *Barnes* à M. Larrey, qui en fait hommage à l'Académie.

« Ce livre, dit M. Larrey, est destiné à l'instruction des officiers de l'armée américaine, et comprend un rapport d'ensemble sur les baraques et les hôpitaux, par M. John Billings, chirurgien assistant, avec une série de cent cinquante rapports particuliers, par autant de chirurgiens de l'armée, sur chacun des postes décrits séparément. C'est la géographie médicale complète de ces établissements militaires, et il suffit de jeter un coup d'œil sur la table pour juger de l'étendue de l'œuvre entière.

» Le point essentiel dans ce vaste tableau, la question dominant toutes les autres, c'est l'étude des moyens d'aération des bâtiments de toute espèce, destinés à la troupe, corps de garde, casernes, prisons, ambulances et hôpitaux.

» Les résultats sont proportionnés aux conditions établies, tantôt favorables, tantôt défavorables. Mais je n'aborderai pas ici les difficultés de cette enquête, dont les éléments complexes seront bien mieux jugés par M. le Dr Ely, chef de la statistique médicale auprès du Conseil de santé des armées, dans une analyse encore inédite de cet important ouvrage. Je me contenterai de dire, ou plutôt de rappeler, que l'on ne saurait fournir trop d'appui aux médecins militaires, pour toutes les mesures d'hygiène, préventives des désastreux effets de l'encombrement.

» Le rapport de l'armée américaine nous offre, à cet égard, les résultats les plus frappants sur la mortalité des maladies, à savoir que la réduction

de l'effectif des troupes, depuis l'année dernière, par exemple, en diminuant les causes de l'agglomération des hommes dans les baraques, a diminué proportionnellement la fréquence des décès.

» Ce travail, ayant donc pour but de démontrer les avantages d'une aération suffisante, a été entrepris, exécuté avec beaucoup de soin, et il offre à la fois des documents précis sur les observations météorologiques et sur les relevés statistiques, avec des notions diverses sur la flore et la faune de chaque pays, au double point de vue de l'hygiène militaire et de l'intervention médicale. »

M. **Milne Edwards** présente, de la part de l'auteur, la 3e édition de l'ouvrage intitulé : *Pre-historic times as illustrated by ancient remains*, par sir *J. Lubbock*, vice-président de la Société royale de Londres. Il ajoute que ce livre contient beaucoup d'observations nouvelles et intéressantes relatives aux peuples primitifs, dont l'existence nous est révélée par les restes de divers produits de leur industrie, découverts depuis quelques années dans des terrains meubles plus ou moins anciens.

M. Chasles présente à l'Académie les deux Livraisons de novembre et décembre 1871 du *Bulletin des Sciences Mathématiques et Astronomiques*, ainsi que le numéro de janvier 1872, qui commence la troisième année de cette utile publication. Au sujet d'une courte Notice de M. Darboux sur un Traité des courbes du troisième ordre de M. Durège, professeur à l'Université de Prague, M. Chasles appelle l'attention de l'Académie sur les progrès considérables que plusieurs branches des Mathématiques ont faits depuis quelques années, surtout en Allemagne, en Angleterre, ainsi qu'en Italie. « Les nombreuses citations, dit-il, que renferme cet ouvrage, concernant des recherches accomplies à l'étranger, par divers géomètres, suffiraient pour attester ces progrès, et nous faire reconnaître l'insuffisance de notre enseignement supérieur. Et, en effet, cet enseignement est encore à très-peu près tel qu'il a été fondé il y a plus de soixante ans, lors de l'organisation de l'Université et des Facultés. Je suis tellement effrayé des conséquences non douteuses de son insuffisance actuelle (je ne parle ici, bien entendu, que des Mathématiques), que je prends la liberté d'invoquer la sollicitude de l'Académie, et de rappeler que l'an dernier, sur l'initiative de notre confrère M. Henri Sainte-Claire Deville, l'Académie avait reconnu qu'il y avait lieu de se livrer à une étude et à une discussion approfondie sur l'état de l'en-

seignement dans diverses parties des sciences (1). Des propositions même, formulées nettement par notre très-regretté confrère M. Combes, et par M. Dumas, nous avaient été communiquées et devaient être le sujet d'un examen préparé. Malheureusement d'autres travaux incessants, et la pensée, peut-être, que ces questions seraient traitées dans d'autres réunions, ont fait ajourner la reprise de ce projet si important, et sur lequel j'appelle, avec une vive conviction, la participation si légitime de l'Académie.

» Puisque M. le Président veut bien m'engager à laisser trace dans le *Compte rendu* de notre séance du vœu que j'exprime, j'obtempère à ses bienveillantes paroles. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 avril 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoire sur le chauffage et la ventilation du palais du Corps législatif pendant la session de 1869-1870; *par* M. le Général MORIN. (Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts-et-Métiers*, t. IX, n° 2.) Paris; in-8°.

Traité élémentaire de Chimie organique; par M. BERTHELOT. Paris, 1872; vol. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX *et* J. HOÜEL. *Table des matières et noms d'auteurs pour* 1870; t. II, novembre et décembre 1871; t. III, janvier 1872. Paris; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

---

(1) Je dois dire que, dans un écrit récent intitulé : *La réforme de l'Enseignement scientifique supérieur*, notre confrère M. Fremy exprime les mêmes vues dans cette phrase : « La désertion des études scientifiques est due aux deux causes suivantes : 1° à l'insuffisance de l'enseignement supérieur; 2° à l'incertitude des carrières que l'on offre aux jeunes savants. Si un remède prompt et efficace, ajoute-t-il, n'est pas apporté au mal que je signale, dans quelques années la décadence scientifique sera malheureusement, en France, un fait accompli. »

Considérations théoriques sur les échelles de températures et sur le coefficient de dilatation des gaz parfaits; par M. A. CROVA. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, section des Sciences.*) Montpellier; 1 feuille in-4°.

Étude sur les chemins de fer de montagnes avec rail à crémaillère. 1° *Système Riggenbach : chemin de fer du Rigi, chemin de fer d'Ostermundingen;* 2° *système Wetli; par* M. A. MALLET. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils;* 3e série, IVe volume.) Paris; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Reims; 1871, t. VIII, n° 36. Reims et Paris, 1872; in-8°.

La puissance de l'aile ou l'oiseau pris au vol; classification alaire, avec planches; par M. LAURENT-DEGREAUX. Paris et Marseille, 1871; in-8°. (Destiné au concours du prix Cuvier pour 1873.)

La théorie géogénique et la science des anciens; par l'abbé R.-F. CHOYER. Paris, 1872; in-8°.

Sur la constitution des spectres lumineux; par M. LECOQ DE BOISBAUDRAN. (Extrait des *Annales de la Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure.*) La Rochelle, 1870; in-8°.

Mémoire sur le mouvement d'un point matériel sur une surface; par M. P. GUIRAUDET. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille;* année 1871, 3e série, IXe volume.) Lille, 1872; in-8°.

Note sur le Mémoire lu par M. Becquerel à l'Académie des Sciences le 12 *juin* 1871, *sur l'*Origine céleste de l'électricité atmosphérique; *par* M. ALLIOT. Bourges, 1872; br. in-8°.

Pre-historic times as illustrated by ancient remains, and the manners and customs of modern savages; by Sir John LUBBOCK. Third edition. Edinburgh, 1872; vol. in-8°.

The antiseptic system : a treatise on carbolic acid and its compounds; by Arthur-Ernest SANSOM. London, 1871; vol. in-8°.

War department, surgeon general's office. Washington, december 5, 1870. *Circular* n° 4. *A report on barracks and hospitals, with descriptions of military posts.* Washington, 1870; vol. grand in-4°.

Astronomical observations and researches made at Dunsink, the Observatory of Trinity College Dublin; first part. Dublin, 1870; grand in-4°.

Tables of iris computed with regard to the perturbations of Jupiter, Mars and

Saturn, including the perturbations depending on the square of the mass of Jupiter; by Francis BRÜNNOW. Dublin, 1869; grand in-4°.

Quarterly weather report of the Meteorological office; part. 3, july-september 1870. London, 1872; grand in-4°.

The Journal of the Royal Dublin Society, n° 40. Dublin, 1872; in-8°. (Deux exemplaires.)

Proceedings of the Royal geographical Society; vol. XIV, n° 5; vol. XV, n° 5; vol. XVI, n° 1. London; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr RENARD; année 1871, nos 1 et 2. Moscou, 1871; vol. in-8°.

Studien über die Beziehungen zwischen Wind und Niederschlag nach den Registrir-Beobachtungen in Bern. Professor Rudolf WOLF. Zurich, 1872; 1 feuille in-4°.

Sull' ultima ecclisse del 12 dicembre 1871; Nota del P. Angelo SECCHI. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*, anno 25, sessione IIIa del 18 febbraio 1872.) Roma, 1872; in-4°.

Riassunto delle osservazioni sulle protuberanze solari e la loro distribuzione fatte all' Osservatorio del Collegio romano nell' anno 1871; del P. A. SECCHI. (Estratto dal *Nuovo Cimento;* serie 2, vol. V-VI, fasciculo di febbraio 1872.) Pisa, 1872; br. in-8°.

Degli errori del popolo in medicina e chirurgia. Conferenze del dottore VITO-ZAPPULLA. Catania, 1871; vol. in-8°.

Osservazioni delle meteore luminose nel 1872-1873; G.-V. SCHIAPARELLI, P. F. DENZA. Torino, 1872; trois quarts de feuille in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MARS 1872.

Annales de Chimie et de Physique; janvier et février 1872; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; nos de février et mars 1872; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; janvier et février 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; mars 1872; in-8°.

Annales industrielles; nos 9 à 13, 1872; in-4°.

Annales médico-psychologiques; mars 1872; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^{os} des 3, 10, 17, 24 et 31 mars 1872; in-8°.

Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei. Rome, 18 febbraio 1872; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; t. XXXIII, n° 2, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique A. 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; février 1872; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; janvier 1872; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 2, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; juin à novembre 1871; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; septembre 1872; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 mars 1872; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 25 mars 1872.)

Page 860, ligne 8, *au lieu de* M. G. Volpicelli, *lisez* M. P. Volpicelli.

(Séance du 1er avril 1872.)

Page 895, ligne 19, *après les mots* ... qui est mise en avant dans ces théories, *lisez :* rien ne l'a constatée, ainsi que le remarque le P. Denza et que je m'en suis assuré moi-même en remontant assez loin en arrière. Du reste, ces théories.....

Page 896, ligne 4, *au lieu de* n'espérait pas, *lisez* ne paraît pas.

Page 938, ligne 2 en remontant, *au lieu de* la vitesse des liquides, *lisez* la nature des liquides.

Page 938, ligne 8 en remontant, *supprimer le mot* encore.

Page 939, ligne 8, *au lieu de* ...; les hauteurs diminuent..., *lisez* ..., les hauteurs diminuant....